

工學碩士 學位請求論文

공급사슬의 성과 측정 및 관리를 위한
정량화 모델 개발에 관한 연구

*A Study on Development of the Quantitative Model for
Supply Chain Performance Measurement and Monitoring*

指導教授 辛 昌 勳

2005年 8月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

秋 奉 成

【 목 차 】

Abstract

1장. 서론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 흐름	2
2장. SCM의 개요 및 선행연구 고찰	3
2.1 SCM의 개요	3
2.2 SCM 성과 측정의 의의	5
2.3 선행 연구 고찰	7
2.4 성과 측정을 위한 선행 방법론 고찰	9
2.4.1 기능 및 전략적 측면의 접근	9
1) SCM 스코어 카드	9
2) 균형성과표(BSC: Balanced Scorecard)	14
3) 공급사슬 운영 참조 모델(SCOR-Model)	18
2.4.2 재무 회계적 측면의 접근	23
1) 활동기준 원가관리(ABC: Activity-Based Costing)	23
2) 경제적 부가가치(EVA: Economic Value Added)	25
3) Cash Flow Analysis	26
4) 공급사슬 총자산수익률(SC-ROA: Supply Chain-Return On Asset)	27

3장. 공급사슬 성과측정 관리를 위한 정량화 모델 제안 8

3.1 SCOR 모델의 핵심 성과 지표(KPI)의 활용	28
3.2 정량화 모델	31
3.3 AHP를 통한 KPI 고정 가중치	33
3.4 수요 변동을 고려한 KPI 유동 가중치	34
3.4.1 수요 공급의 균형	34
3.4.2 수요 변동에 따른 KPI의 엔트로피 탄력성	35
3.4.3 KPI 탄력성에 의한 유동 가중치	38
3.5 공급사슬의 평가를 통한 KPI개선	41
3.6 KPI 모니터링을 통한 공급사슬 관리	43
3.7 공급사슬 관리 루프	45
3.8 사례 연구를 통한 비교분석	47

4장. 결론 및 추후과제 55

참고문헌	57
부 록	60

【 표 목 차 】

<표 2-1> 선행 연구에서 도출된 공급사슬 측정 지표	8
<표 2-2> 스코어카드 형식에 의한 분류	11
<표 2-3> SCOR 모델의 핵심 프로세스	19
<표 2-4> SCOR 모델 Level 1에서의 공급 사슬 성과지표 매트릭스	22
<표 3-1> SCOR 모델의 핵심 성과지표 매트릭스	29
<표 3-2> 레벨1의 핵심 성과지표 산출식	30
<표 3-3> 균형점에서의 엔트로피값 ($eni \leq 1, m=4$)	39
<표 3-4> 성과지표 모니터링을 위한 중요도별 ABC 분류	43
<표 3-5> ABC 분류에 의한 성과지표의 빈도관리	44
<표 3-6> 총점 형태로 정량화된 공급사슬의 예	50
<표 3-7> 수급상황 변동에 따른 임의의 데이터	51

【 그림 목 차 】

<그림 2-1> Advanced Supply Chain Management	3
<그림 2-2> Ovitz Taylor Gates의 SCM-Toolkit 스코어카드 예	12
<그림 2-3> PMG의 Supply Chain Performance Scorecard	13
<그림 2-4> Service Supply Chain Performance Scorecard	13
<그림 2-5> BSC의 구성요소	14
<그림 2-6> 전략맵을 바탕으로 한 BSC의 기본 구조	15
<그림 2-7> BSC의 구성요소 및 추진 단계	15
<그림 2-8> 핵심 성과지표 도출 과정	16
<그림 2-9> BSC를 이용한 공급 사슬의 성과 측정 구조	16
<그림 2-10> BSC 전략맵 예	17
<그림 2-11> BSC 스코어카드 예	17
<그림 2-12> SCOR의 5가지 주요 프로세스	18
<그림 2-13> SCOR Version 6.1의 구성	20
<그림 2-14> SCOR Virsion 6.1 모델 Level 2 Toolkit	21
<그림 2-15> 전통적인 원가 계산과 활동 기준에 의한 원가 계산	23
<그림 2-16> ABC 및 원가관리 방식을 이용한 공급사슬 성과 측정	24
<그림 2-17> Cash Flow를 이용한 공급 사슬의 수익성 측정	26
<그림 2-18> SCM 개혁을 위한 경영 효율(SC-ROA)의 극대화	27
<그림 3-1> 공급사슬 성과에 대한 인과 관계 다이어그램	31
<그림 3-2> 공급사슬 성과 측정 및 관리를 위한 동적 정량화 모델	32
<그림 3-3> 수급 균형 상태일 때의 균형점(QP)	34
<그림 3-4> 완전 동기화된 공급사슬의 수요 및 KPI 변동률	39
<그림 3-5> 수요 변동에 따른 KPI의 유동(탄력성) 가중치	40
<그림 3-6> 수요 변동 및 벤치마킹을 동시 고려한 성과지표의 개선 사이클 ...	41
<그림 3-7> 모델 정량화 및 핵심성과지표의 벤치마킹 관계	42

<그림 3-8> 공급사슬 관리 루프 개념도	45
<그림 3-9> 일본 자동차 메이커 N사의 공급사슬 구조	47
<그림 3-10> 일본 자동차 메이커 N사의 핵심성과지표 예	48
<그림 3-11> 벤치마킹을 위해 핵심성과지표를 활용한 비교 분석 예	48
<그림 3-12> 1,2차 가중치로 정량화 된 공급사슬 예	49
<그림 3-13> 5점 척도를 기준으로 한 벤치마킹 예	50
<그림 3-14> N사의 정보공유 형태와 공급사슬 구조	53
<그림 3-15> 리드타임 변동에 따른 채적효과의 변동	53

A Study on Development of the Quantitative Model for Supply Chain Performance Measurement and Monitoring

Bong-sung Chu

**Department of Logistics System Engineering
Graduate School of Korea Maritime University**

Abstract

A supply chain is the set of activities required to provide products and services to customers, starting at the point of product design and ending with the delivery and installation of the product or provision of a service for customers. And the supply chain is described from many different perspectives, ranging from information flow, to physical distribution flow, to the process to satisfy a customer's order perfectly 100% of the time. For these reason, supply chain management is very difficult. Such as, complexity of system described the set of various functions and activities.

Therefore, supply chain measurement is important for management efficiently, as it affects behavior that impacts supply chain performance. As such, performance measurement provides the means by which a company can assess whether its supply chain has improved or degraded. In the matter of these problem, It has been proposed that performance measurement method is applied to various

theory.

Traditionally, companies have tracked performance based largely on financial accounting principles. Financial accounting measures are certainly important in assessing whether or not operational changes are improving the financial health of an enterprise, but insufficient to measure supply chain performance for the following reasons.

First, The measures do not directly tie to operational effectiveness and efficiency.

Second, The measures do not relate to important strategic, non-financial performance, like customer service, loyalty and product quality.

In response to some of these deficiencies in traditional accounting methods for measuring supply chain performance, a variety of measurement approaches have been developed. Like the Supply Chain Council's SCOR Model, Balanced Scorecard(BSC), SCM scorecard and the others that there are based on the function and strategy for supply chain operation. but, this approaches as well as financial accounting measures are does not reflect market shifts.

In adapting a supply chain to the market characteristics of its performance, a supply chain must accommodate customer demand within the bounds of its physical capabilities. These supply and demand considerations create a direct link to economics, and particularly to the concept of elasticity.

The purpose of this study is to propose that a dynamic model for supply chain measurement and monitoring. And I describes the quantitative model, which is developed based on the AHP with 11 key performance indicators and their entropy-elasticities which reacts to the market shifts.

1장. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

현대적인 의미에서 물류란 제품을 물리적으로 생산자에서 최종수요자에게 이전하는 데 필요한 제반 활동을 수행함으로써 가치를 창출하는 경제 활동이라 할 수 있다. 그러나 대량생산 대량소비 시대의 종결과 함께, 고객 주도형 사회로의 이전이 급격히 진행되면서 고객 요구의 다변화에 대한 신속한 반응, 불확실하고 역동적으로 변화하는 기업 환경에 원활히 대응하는데 있어 기존의 물류관리 개념만으로는 많은 한계를 실감해야 했다.

이러한 배경을 바탕으로 등장한 경영 패러다임이 공급사슬 관리(SCM: Supply Chain Management)이다. SCM은 공급사슬 전체를 하나의 통합객체로 간주하여 공급사슬과 관련된 구성원간의 유기적인 협업에 의해 공동의 가치 및 성과를 창출하고자 하는 방안으로, 많은 기업이 관심을 가지고 공급사슬관리에 대한 지속적인 지원과 투자를 늘리고 있는 실정이다.

한편, 이와 관련하여 공급사슬 관리를 위한 성과 측정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 공급사슬의 성과 측정과 관련한 선행 연구 및 방법론을 살펴보면, 정성 혹은 정량적인 요인들을 고려한 여러 가지 연구들이 발표되고 있으나 실질적으로 성과 측정 업무에 활용되고 있는 방법은 기능 및 전략적 측면의 방법론과 재무 회계적인 측면의 방법론 등 크게 2가지 정도로 구분되어진다.

기능 및 전략적인 측면의 방법론은 주요 성능 척도로서 핵심성과지표(KPI: Key Performance Indicators)를 이용하여 기업 내외부의 강/약점을 전략적으로 자가 진단하거나 벤치마킹 하는 방법을 말하며, 재무 회계적인 측면의 방법론은 활동기준 원가관리(ABC: Activity-Based Costing), 경제적 부가가치 (EVA: Economic Value Added), 자본 흐름 분석(Cash Flow Analysis), 공급사슬 총자산 수익률(SC-ROA: Supply Chain-Return On Asset) 등과 같은 재무적인 척도를 이용하여 공급사슬의 운영 성과를 기업의 재무적인 측면에서 관측하고자 하는 방법이다.

그러나, 기능 및 전략적 측면의 접근 방식은 자가 진단이나 벤치마킹을 통해 부족한 부분을 진단하고 개선할 수는 있으나, 특정 기능에 집중되어 전체적인 공급

사슬의 효율성을 분석하고 관리하는 측면에서 한계를 지니고 있다. 또한, 재무 회계적인 측면의 접근 방식은 공급사슬의 운영 결과를 재무적으로 파악하는 방법론이므로 공급사슬의 직접적인 성능 측정과 관련된 비재무적인 성과 측정에 어려움이 있다. 그 뿐만이 아니라 실질적인 업무상에서 요구되는 공급사슬의 성능 척도는 운영의 효율성과 수요의 반응성을 동시에 고려해야 함에도 불구하고, 기존의 공급사슬 측정 및 관리 방식은 공급사슬의 일부분만을 측정 대상으로 하거나 과거 성과를 중심으로 측정을 하기 때문에 운영의 효율성과 수요의 반응성 중 한 성향만을 다루고 있는 정적인 개념이라 할 수 있다. 결과적으로, 이와 같은 2가지 방법론들은 여러 가지 상호 보완적인 문제점을 가지고 있어, 운영의 효율성과 수요의 반응성을 동시에 고려할 수 있는 통합적인 모델에 대한 연구가 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 기존 모델의 이러한 문제점에 주목하여, 기능 및 전략적 측면의 핵심성과지표를 활용하여 운영의 효율성을 파악하는 동시에, 수요 변동에 따른 핵심성과지표의 반응성을 고려한 정량적인 방식으로 탄력적인 공급 사슬 측정 및 관리가 가능한 동적인 모델을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 흐름

본 논문에서는 공급사슬의 자가진단을 통한 기존의 측정 관리방식에서 탈피하여 수요 변동에 대한 반응성을 고려하기 위해 핵심성과지표의 탄력성 개념을 고려한 정량화 모델을 제안한다. 2장에서는 SCM의 개요 및 성과측정의 의의, 그리고, 공급사슬 운영 성과 측정에 대한 기존의 연구 및 방법론에 대해 소개한다. 3장에서는 SCOR모델 성과지표 매트릭스에 소개된 핵심성과지표와 AHP를 이용하여 각 지표에 대한 1차 고정 가중치를 산출하고, 수요의 변동 확률 및 KPI 변동 확률에 따른 KPI의 엔트로피 탄력성을 2차 유동 가중치로 지니는 정량화 모델을 제안하였다. 이와 더불어, 측정된 성과 지표에 대해 지속적으로 공급 사슬을 관측하면서 관리할 수 있도록 하는 중요도별 모니터링 방식과 벤치마킹을 통한 KPI 재설정 등 제안한 정량화 모델을 이용한 실제적인 공급사슬의 평가 및 관리 방안을 검토하였다. 이와 함께, 기존 방식과의 비교 분석을 위해서 일본 유수의 자동차 메이커 N사의 실례를 통해 제안한 모델의 이점을 고찰해 보았다.

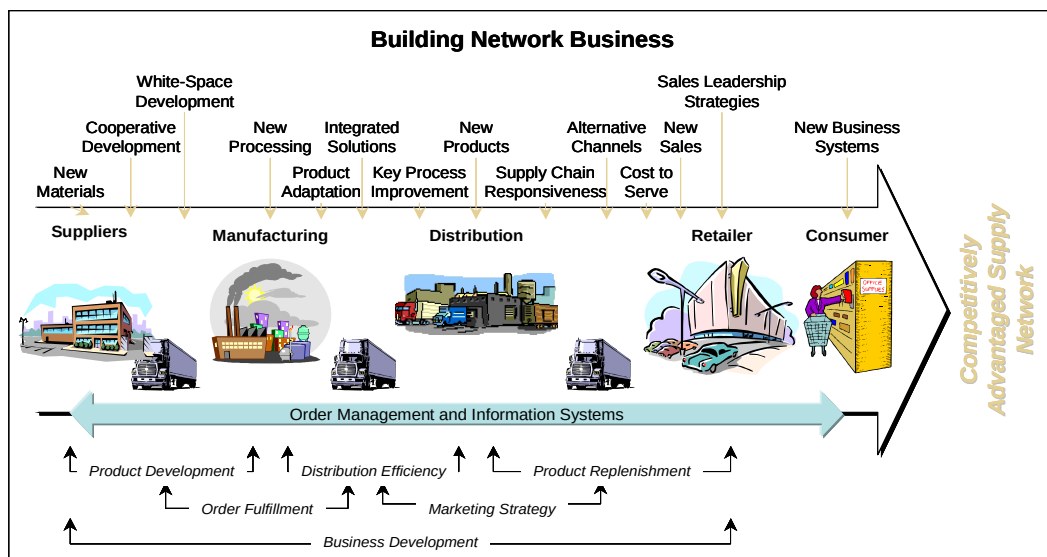
2장. SCM의 개요 선행 연구 고찰

2.1 SCM의 개요

SCM(Supply Chain Management)은 제품 생산을 위한 부품 및 원자재 수급, 제품 생산 및 배송, 재고 및 판매 관리 등에 관련한 공급사슬(Supply Chain) 프로세스를 총괄적인 관점에서 계획 및 관리하여, 과잉재고나 기회 손실을 최소화하고 고객의 요구에 신속 정확하게 대응하고자 하는 경영 패러다임이라 할 수 있다.

공급사슬에 있어 문제의 근원은 「수요의 불확실성」과 「총 리드타임의 길이」가 수급의 격차를 발생시키는 가운데, 「수/발주 정보의 왜곡」과 「원자재 및 제품, 상품의 다양화」가 이러한 격차를 더욱 증폭시키고 있다는 점이다.

물류 유통 분야에서는 1980년대 말부터 SCM이라는 용어를 사용해 왔다. 그 당시에는 기업간의 물류 및 유통 라인을 관리하고 효율성을 제고하는 확장된 통합 물류관리 개념 정도로만 인식되었으나, 아래 그림 2-1과 같이, SCM의 계속적인 발전은 비즈니스 관점에서 기업 내외부적으로 경영 방법에 대한 기본적이고도 중요한 변화를 가져오게 되었다.(이영해, 2000)



<그림 2-1> Advanced Supply Chain Management

1980년대 미국 의류업계의 QR(Quick Response) 시스템에서 SCM의 기본적 개념이 태동한 이래, ECR(Efficient Consumer Response)로 발전하였다.

또한, 생산부문에서는 MRP I (Material Requirement Planning)과 MRP II (Manufacturing Resource Planning)을 거쳐 기업전체를 대상으로 하는 ERP(Enterprise Resource Planning)로 발전하였다. 그러나, 단위 기업을 대상으로 한 ERP의 한계가 노출되면서 여러 기업간의 협동이 중요시되는 전체 공급사슬의 최적화를 목적으로 하는 SCM으로 거듭나게 된 것이다.

한편, SCM에 대한 국내/외 현황을 간단히 살펴보면, 1980년대 말 우리나라에 물류가 유행하기 시작한 초기에는 물류의 관심 영역이 주로 하역, 보관, 포장, 수송 등 창과관리 또는 물자의 운반에 관한 것이었다. 그러나 정보기술 등의 급속한 진보와 함께 원자재 조달에서부터 고객에 이르는 전 과정을 통합하고 최적화하는 통합 물류 혹은 공급사슬이라는 개념으로 점차 자리 잡아 가고 있으며, 2002년 기준으로 국내 SCM 시장 규모는 1800억원대로 추산되고 있다.

이와 아울러, 외국의 경우에는 초기 SCM을 ERP 관점에서 협력망과 물류를 관리하는 보조적 모듈로서 인식하고 있었으나, SCM이 통합 솔루션으로 재탄생하게 되면서 델컴퓨터, 월마트, P&G 등의 선도적 기업에 적용되어 놀라운 결과를 보이면서 주목을 받기 시작했다. 1996년에는 SCC(Supply Chain Council)이 결성되고, SCOR(Supply Chain Operations Reference) 표준모델이 제정되면서 수많은 기업, 연구소 및 컨설팅사가 SCM 개발 및 구축에 참여하고 있다.

이와 같은 SCM의 필요성은 다음과 같은 사항들이 잘 대변해 주고 있다.

먼저, 기업의 부가가치 중에서 60~70% 정도가 공급사슬에서 발생을 하고 있으며, 매출의 10~14%가 SCM 관련 비용이다. 또한, 소비자 주도의 시장 환경 변화로 인해 재고 감축을 통한 경쟁력 차별화 및 전통적 상거래 방식의 변화가 필요하게 되었다는 점이다. 게다가, 글로벌 경영 능력의 필요성이 부각되기 시작했을 뿐만 아니라, SCM의 수준이 기업 핵심역량의 잣대로 평가 받게 됨에 따라 SCM의 필요성이 더욱 부각되기 시작한 것이다.(이영해, 2001)

2.2 SCM 성과 측정의 의의

시스템이라는 일련의 프로세스 과정을 효율적으로 운영 관리하기 위해서는 현재 시스템의 상황을 시스템 관리자가 눈으로 직접 확인할 수 있는 일종의 게이지(Gauge)가 필요하다. 예를 들면, 자동차에서는 속도계, 연료계 등과 같은 계기판이 자동차라는 시스템의 성과를 측정, 운전자로 하여금 현재 자동차의 상황을 한 눈에 파악할 수 있게 가시화 하는 역할을 하고 있는 셈이다.

이와 마찬가지로 공급사슬의 성과 측정이란, 공급사슬상에서 발생하는 불확실한 수요와 이에 대응하기 위한 공급 간의 효율성을 명확한 기준 척도를 바탕으로 가시화 해 나가는 과정이라 할 수 있다.

한편, SCM 비즈니스 모델은 정보 공유를 통한 부서 내/외부, 조직들 간의 장벽을 제거할 수 있는 일련의 프로세스로 디자인 되어야 하며, 최고 상위 수준에서의 SCM은 계획(Planning), 실행(Execution), 평가(Measurement) 세 가지 주요 핵심 프로세스에 초점을 맞추어야 한다. 따라서, 공급사슬의 영향력을 파악하고 효율적으로 운영 관리하기 위해서는 공급사슬의 성과를 측정할 수 있는 도구가 필요하게 된다. 구체적으로 공급사슬의 성과 측정 척도는 아래와 같은 특징을 반영할 필요가 있다.(郡司浩太郎 외2, 1999)

첫째, 전체 목표와 정합성(整合性)을 가져야 한다. 성과 측정 척도의 설정에 있어 가장 중요한 요소가 공급사슬 전체 목표와의 정합성이다. 기업 전체 목표로서의 Cash Flow가 증시되는 환경 하에서, 주주 및 기업 가치에 영향을 미치는 Cash Flow의 성과 향상으로 이어질 수 있는 척도를 바탕으로 각 관련 주체가 해당 업무를 실시하고 평가하면 적절한 SCM 체제를 실현할 수 있다.

둘째, 업무 프로세스의 평가 척도를 포함해야 한다. SCM은 업무 프로세스의 개혁이며, 그 목적은 기업 목표를 실현하기 위한 것이다. 따라서 구성원들간 이해관계가 복잡하게 얽혀 있는 공급사슬 전체의 효과를 최대화하기 위해서는, 각 주체나 부문의 업무 지표를 명확하게 규정할 필요가 있다.

셋째, 복수의 척도를 종합적으로 평가할 수 있어야 한다. SCM에서는 재고나 결품과 같은 Trade-off 관계를 다루고 있기 때문에, 단일 척도의 이용에는 한계가 있다. 따라서, 복수의 핵심 성과 지표를 명확히 산출하여 이들 사이의 Trade-off 관계를 파악한 후, 지표간의 종합적인 밸런스를 고려해야 한다.

넷째, 신속 정확하게 측정 가능 하면서 이해하기가 쉬워야 한다. SCM은 급변하는 수요의 변화에 대응하고 낭비를 발생을 억제하기 위해 계획되고 통제된다. 따라서, 가능한 한 신속하게 평가하고, 그 문제점을 각 주체가 업무에 피드백 함으로서 비효율적인 업무의 악순환을 단기간에 방지할 수 있도록 해야 한다.

마지막으로, 업적 책임체제가 명확히 규정되어 있어야 한다. SCM은 각 관련 주체들의 연쇄 활동으로 이루어지기 때문에 공급사슬 전체에 대한 책임 소재가 불명확하면 낭비적인 요소가 발생할 수도 있다. 따라서, 보다 나은 공급사슬 구축을 위해서는 새로이 통합 책임주체를 설치하든가, 각 주체간 책임 소재를 집약할 필요가 있다.

이처럼, SCM의 성과 측정 및 관리가 주요하게 부각된 계기는, SCM이 얼마나 잘 고려된 기업이나에 따라 기업의 핵심역량이 평가 받게 되기 시작하면서부터이다. 즉, SCM의 수준이 기업의 핵심역량을 평가하는 잣대가 되었다는 말이다.

따라서, SCM의 성공적인 도입 및 운영을 위해서는 경영전략, 목표 등과 함께 기업의 가치를 극대화할 수 있는 객관적인 평가 지표가 필요하게 된 것이다.

2.3 선행 연구 고찰

전통적인 생산 중심의 패러다임이 가진 한계를 극복하고 급변하는 경영 환경에 대응하기 위해 공급사슬 관리라는 경영기법이 도입되면서부터, 이와 관련된 성과 측정 및 성공요인에 대한 연구들이 활발히 이루어져 왔다.

이와 같은 선행 연구들의 주된 흐름은, 재무/비재무적인 관점에서 공급사슬 관리의 핵심 성과지표(KPI: Key Performance Indicator)를 바탕으로 하는 척도 기반 접근 방식과 파트너십 이론, 공급사슬 관리 이론, 균형성과 이론, 생산역량 이론 등과 같이 공급사슬 관리를 위한 선행이론을 이용한 접근 방식들이 있다.

먼저, 공급사슬 성과 측정을 위한 프레임워크를 제안한 Gunasekaran & McGaughey(2004)는 전략적, 전술적, 운영적 레벨의 분류를 통해 공급사슬 성과 측정을 위한 실증적인 접근을 시도하였으며, 효율적인 시장 대응 및 전략적 관리의 중요성을 역설하였다. Brewer & Spela(2000)는 기존 재무중심의 성과측정 한계를 극복하고자 균형성과표(BSC: Balanced Scorecard)를 이용한 성과측정 대안을 제시하였으나, 이들의 연구에서는 기업 운영 전략 차원에서 성과를 측정했기 때문에, 실증적인 접근이 이루어지지 않은 아쉬움이 있다.

또한, Bensaou & Vankatraman(1996)은 공급사슬 관리의 추진 유형별에 따라 공급사슬의 성과 요인이 균형성과표에 미치는 영향력을 검증하고, 이를 통해 공급사슬 관리를 추진하는 기업의 유형별 특성과 기업 경영성 극대화를 위한 방안 및 시사점을 제시한 바 있다.

그 밖에도 공급사슬에 대한 다양한 측면의 연구들이 진행되고 있다. Bradley Hull(2004)은 수요 및 공급의 탄력성을 고려하여 공급사슬 성과 측정을 위한 모델을 제시하였으며, P.Suwignjo & U.S Bititci & A.s Carrie는 인식맵(Cognitive maps), Cause and effect diagram, and the Analytic hierarchy process를 이용한 정량적 성과 측정 모델을 제안하였다. 이와 함께, Clemens & Leonard & Marc는 글로벌 스포츠용품 업체인 Nike의 성과 측정 시스템(PMSs) 사례를 들어 실제적인 공급 사슬의 운영 범위와 방법, 그리고 협력의 중요성을 강조했다.

구체적인 공급사슬 성과 측정 지표를 다룬 연구들을 간략히 정리하면 아래 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 선행 연구에서 도출된 공급사슬 성과 측정 지표

저 자	성과 지표
Levy (1995)	Average finished goods inventory Demand fulfillment
Christopher (1992)	Order cycle time Order completeness Delivery reliability
Lambert and Sharman (1990)	Delivery performance Lead time Level of defects Responsiveness ¹
Cohen and Lee (1990)	Material inventory Work in process inventory Finished goods inventory Fill rates Stockout frequencies Lead time
Davis (1993)	Inventory level Inventory investment Order fill rate Average number of days late
Lee and Billington (1992)	Inventory turns Line item fill rate Order item fill rate Total order cycle time Total response time to an order Average backorder levels Average variability in delivery

* 자료: Rohit Bhatnagar, Amrik S. Sohal(2004).

"Supply chain competitiveness: measuring the impact of location factor, uncertainty and manufacturing practices."

2.4 성과 측정을 위한 선행 방법론 고찰

2.4.1 기능 및 전략적 측면의 접근

1) SCM 스코어카드

1990년대 중반, 미국 식품 및 잡화 산업을 중심으로 추진되던 SCM이 전 산업으로 확대됨에 따라 SCM에 대한 객관적인 평가지표 마련을 위한 필요성이 대두되기 시작했다.

SCM의 객관적인 평가 지표로서 개발된 스코어카드(Scorecard)는 “자신을 알고, 적(Best Practice)을 안다.”라는 벤치마킹의 기본 개념을 바탕으로 한 간단한 자가진단 측정 방법으로, 공급사슬 전체의 효율화 관점에서 각 업무에 대한 전략적인 강/약점을 파악하고 자사의 업무 수준을 평가하기 위한 것이다.

스코어카드는 산업 분야별, 특성별로 여러 가지 형식의 카드가 존재하고 있으나, 그 중에서 SCM 스코어카드의 몇 종류를 살펴보면 아래와 같다.(高木, 2000)

(1) 스코어카드의 종류

① ECR Scorecard(Electronic Commerce Council of Canada)

현 상황에 대한 레벨 측정 및 벤치마킹을 위한 도구로서 개발된 스코어카드이며, 정보시스템, 바코드 시스템에 관한 항목이 많다.

② Millennium Readiness Profile(Kurt Salmon Associate)

Kurt salmon association사가, CR(Consumer Response) 측면에서 소비되는 제품이 공급사슬에 어떠한 형태로 영향을 미치는지 분석하고, 기업이 국제적 경쟁력을 가지기 위해서 어떠한 포지션을 취하면 되는지에 관해, 그 성공요인을 명확히 하기위해 작성한 스코어카드이다.

③ Quick Scan(Logistics Systems Dynamics Group, Cardiff University)

대상 기업의 강/약점을 평가하고, 개선 기회 및 Best Practice를 명확히 하기 위한 스코어카드로서 각 레벨에 대한 설명문이 존재하지 않기 때문에 회답자에 의한 주관이 다른 스코어카드에 비해 많이 고려되는 경향이 있다.

④ Quick Response(일본 중소기업 사업단)

일본 의류 기업이 업무 혁신에 관한 의사결정을 원활히 수행하기 위해 개발한 스코어카드로서, 공급사슬 전체의 기업 활동을 9가지 생체 활동에 비유하여 설명하고 있으며, “업무수준 자기진단 시트”에서는, 생체 활동에 비유한 각 활동마다 기업의 개별 활동이 어떻게 개선되어야 하는지 나타내고 있다.(부록 1 참조)

⑤ 표준 ECR Scorecard(일본 유통시스템 개발센터)

기업간 거래 상황을 객관적으로 평가하기 위해 ECR의 진전도를 단계별로 나타낸 스코어카드로서, ECR을 세계적인 규모로 추진하기 위한 기관인 GCI(Global Commerce Initiative)와의 정합성(整合性)을 유지하기 위해, 항목 및 평가방법을 GCI의 기준으로 작성한 것이다.(부록 2 참조)

⑥ SCM Logistics Scorecard(일본 로지스틱스 협회)

일본 로지스틱스 협회(JILS)가 SCM관점에서 기업의 로지스틱스 실행력을 진단하기 위해 개발한 스코어카드이다. 전략 및 조직, 계획 및 실행력, 정보기술, 퍼포먼스 총 4가지 대항목을 중심으로 각 5문항씩의 세부항목으로 이루어져 있다.(부록 3 참조)

⑦ EC/SCM Scorecard(한국 유통물류 진흥원)

EC/SCM을 추진을 진행중이거나 준비중인 기업(제조, 도매/물류, 유통)이 자사

및 거래 파트너의 EC/SCM 추진 준비도, 협업 수준(Collaboration) 및 그에 대한 성과를 객관적으로 측정하기 위한 계량적인 평가 도구로서 개발된 스코어카드이다. 스코어카드는 Self와 Joint로 나누어 평가되도록 하였으며, 대상을 유통(Retailer), 제조(Supplier), 공동(Joint)의 3개 부문으로 구성하여 자사의 역량을 평가하는 것은 물론 거래 파트너와의 준비도 및 협력관계를 평가하도록 구성되어 있다.(부록 4 참조)

<표 2-2> 스코어카드 형식에 의한 분류

종 류	목 적	레벨 및 레벨수	설명문 존재 유무
ECR Scorecard	ECR실행기업에 대한 평가 및 벤치마킹.	5	있음
Millennium Readiness Profile	공급사슬 전략 평가	5	있음
Quick Scan	평가 및 개선 기회, Best Practice의 명확화	5	없음
Quick Response	SCM 도입에 대한 평가	5	있음
표준 ECR Scorecard	ECR 실행 기업 및 ECR 도 입에 대한 평가	5	있음
SCM Logistics Scorecard	SCM 실행력 평가	5	있음
EC/SCM Scorecard	EC/SCM 추진 준비도 및 파트너와의 협업수준 평가	5	있음

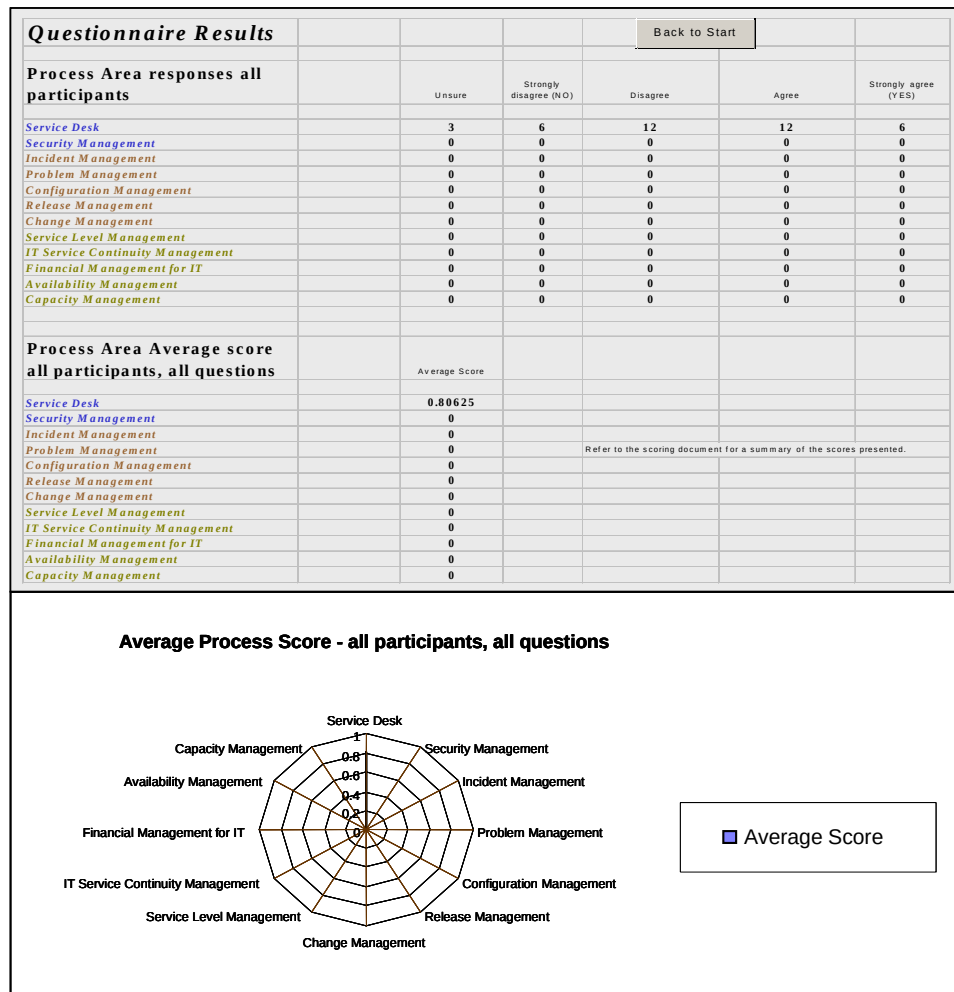
* 참고: 高木(2000), “SCMスコアカードの分類と汎用化”

(2) 스코어카드를 이용한 SCM 성과 측정

SCM 스코어카드는 그 목적에 따라 다양한 형태의 항목과 점수 혹은 레벨로 구성되어 총점이나 포지션으로 분석되지만, 기본적으로는 각 항목에 대한 자사의 수준을 파악하여 Best Practice와 비교 분석 함으로써 자사의 강/약점을 진단하게 된다. 다만, 업무 효율 파악에 유용한 방법인 벤치마킹을 기본으로 하고 있기 때문에, 수치를 보다 객관적으로 분석하기 위해서는 비교 대상이 필요한 단점이 있다.

아래 그림 2-2는 Ovitz Taylor Gates의 SCM-Toolkit에 포함된 스코어카드 예

이다.



<그림 2-2> Ovitz Taylor Gates의 SCM-Toolkit 스코어카드 예

아래 그림 2-3 및 2-4는 PMG(Performance Measurement Group)의 Supply Chain과 Reverse Logistics를 위한 Service Supply Chain 스코어 카드의 성과 측정 예이다.(PMG, 2002)

Key Perspectives	Metrics	Performance Versus Comparison Population					Your Org.
		0% - 20% Major Opportunity	20% - 40% Disadvantage	40% - 60% Median	60% - 80% Advantage	80% - 100% Best-in-Class	
Customer Facing Metrics	On Time Delivery to Request %			▲ 95.0%		99.9%	96.3%
	On Time Delivery to Commit %		▲	95.0%		99.8%	92.8%
	Order Fulfillment Lead Time (OFLT): Primary Manufacturing Strategy (days)		▲	7.3		1.7	11.0
	Upside Production Flexibility : Principal constraint (days)			▲ 29.0		9.0	25.0
Internal Facing Metrics	Total Supply-Chain Management Costs (% of Revenue)			9.8%		▲ 3.2%	6.9%
	Total Returns Processing Costs (% of Revenue)			ND		ND	66.6%
	Inventory Days of Supply			75.3		▲ 17.8	39.0
	Cash-to-Cash Cycle Time (days)			91.4	▲	19.8	43.6
	Net Asset Turns			2.8		▲ 6.4	5.9

▲ - Your Organization
 NR = Not Relevant
 ND = No Data or Insufficient Data

<그림 2-3> PMG의 Supply Chain Performance Scorecard-정량적 성과 측정

Service Supply Chain Performance Versus Comparison Population								
	Metrics	0%-20% Major Opport.	20%-40% Disadvantage	40%-60% Median	60%-80% Advantage	80%-100% Best-in-Class	Your Org	Definition
Customer Facing	Delivery Performance to SLA (Warranty), %	▲		91.4%		96.8%	84.2%	The percentage of orders fulfilled on or before the terms set in by a service level agreement or warranty
	Delivery Performance to Commit (Post Warranty), %		▲	94.0%		99.0%	84.8%	The percentage of orders that are fulfilled on or before a commit date set by the service organization
	Fill Rate, %			▲ 92.4%		98.7%	92.0%	The percentage of ship-from-stock orders shipped within 24 hours of order receipt
Internal Facing	Total Service Logistics Costs, % of \$ WIB	▲		1.6%		N.M.	24.0%	Total service logistics costs as a percentage of the value of the warranty install base
	Total Spares Inventory Value, % of \$ WIB	▲		1.5%		0.4%	7.0%	Total gross spares inventory value as a percentage of the value of the warranty install base

NA = Not Available ▲ = Your Org

<그림 2-4> Service Supply Chain Performance Scorecard

* 자료: PMG(Performance Measurement Group)

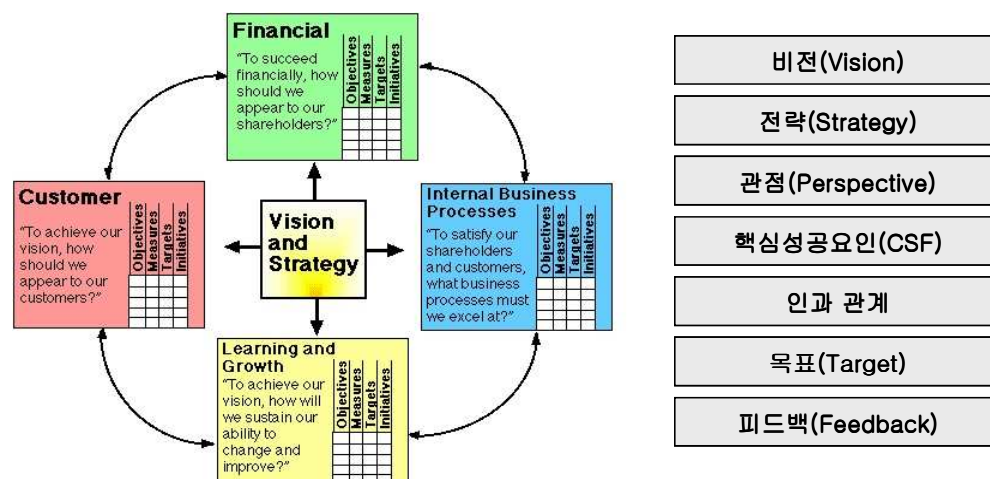
2) 균형성과표(BSC: Balanced Scorecard)

(1) BSC의 개요 및 특징

BSC(Balanced Scorecard)는 1990년대 전반, 미국 하버드 대학 비즈니스 스쿨의 Robert S. Kaplan 교수와 경영 컨설턴트 David P. Norton이 개발한 전략적 업적 평가 프레임워크이다. 구체적으로는 기업의 전략을 “재무(Financial)”, “고객(Customer)”, “내부 비즈니스 프로세스(Internal Business Process)”, “학습 및 성장(Learning and Growth)”의 4가지 관점에서 정량적인 목표를 세워 도식화 하고, 그 달성 상황을 지표로서 평가하는 방식을 취하고 있다.

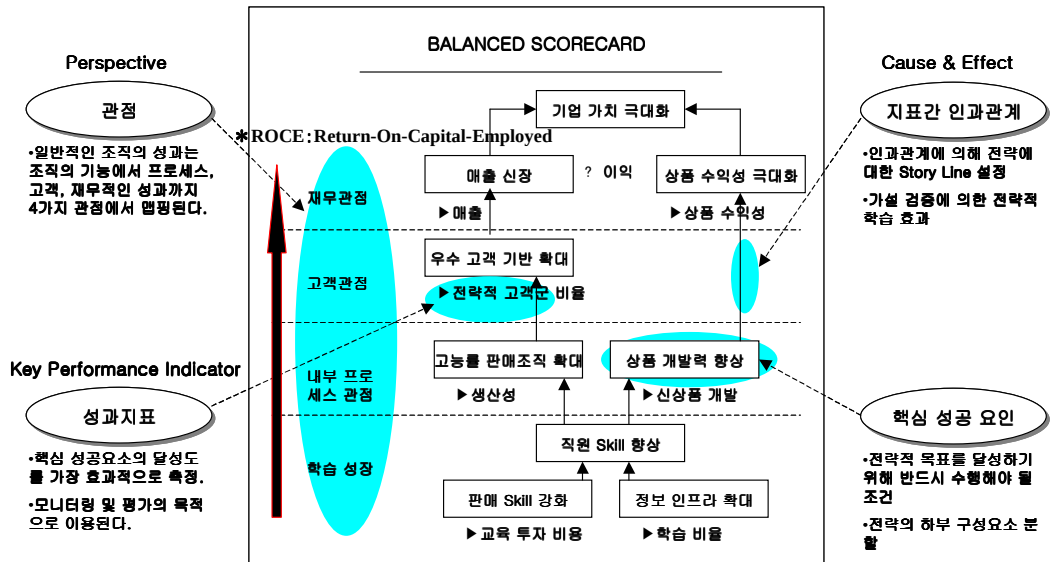
한편, BSC가 조화를 꾀하는 “밸런스”란 재무업적과 비재무업적간의 밸런스, 단/중/장기 업적간 밸런스, 주주 및 고객 사원과 같은 서로 다른 이해 관계자간 밸런스, 최종 성과와 그에 따른 프로세스의 밸런스, 그리고 책임자의 성과 책임과 조직원의 성과 책임간 밸런스를 말한다.

BSC의 중심은 “전략 맵”이다. 전략 맵은 기업 전략을 계략적으로 표시한 것으로서, 핵심 성과 지표(KPI: Key Performance Indicator)의 인과관계로 표현된다.



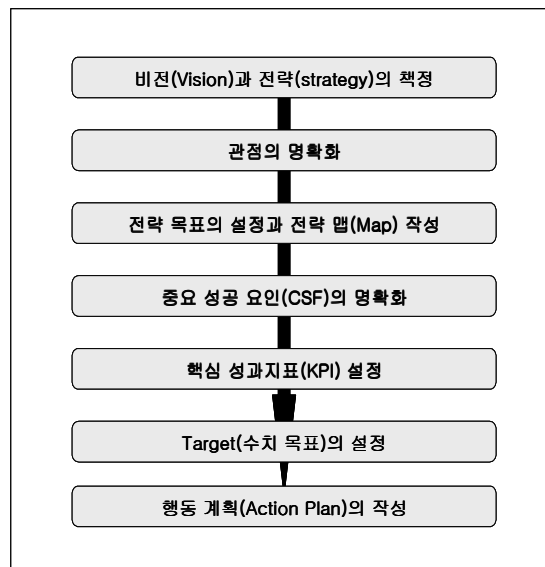
<그림 2-5> BSC의 구성요소

* 자료: Robert S. Kaplan, David P. Norton, “The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business School.”



<그림 2-6> 전략맵을 바탕으로 한 BSC의 기본 구조

BSC의 작성법은 기업마다 약간의 차이는 있으나, 기본적으로 아래 7가지 형태의 단계를 따라 추진하게 된다.

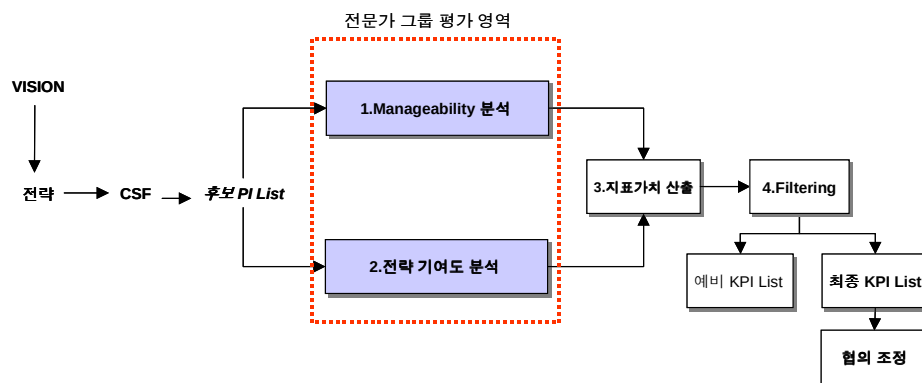


<그림 2-7> BSC의 구성요소 및 추진 단계

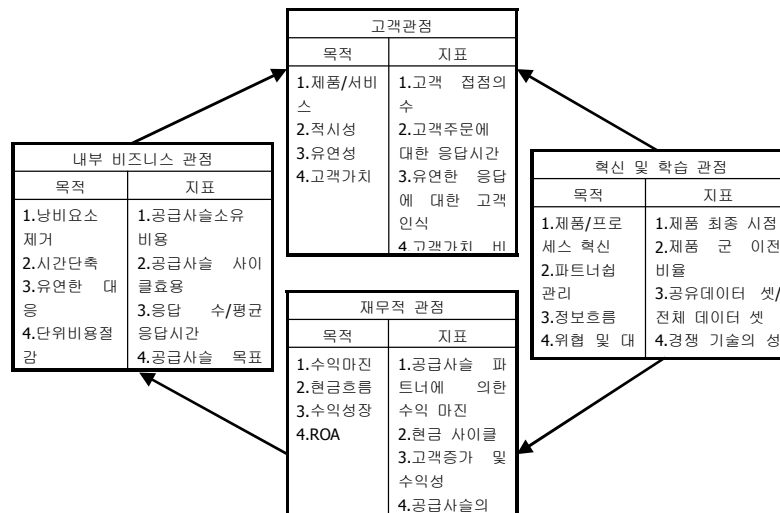
(2) BSC를 이용한 공급 사슬의 성과 측정

SCM 성과 측정 프레임워크의 개발을 위해서 먼저 측정 대상 SCM의 비전을 정립하고 이를 달성하기 위한 수단으로서의 전략을 도출해야 한다. 비전과 전략을 바탕으로 BSC의 4가지 관점을 도출하고 각 관점별로 핵심 성공요인(CSF)과 핵심 성과지표(KPI)를 개발하며, 각 관점, CSF, KPI에 대해 정량화 방법에 의해 중요도에 따른 가중치를 부여하고 성과 점수를 산출한다. (이영해, 2004)

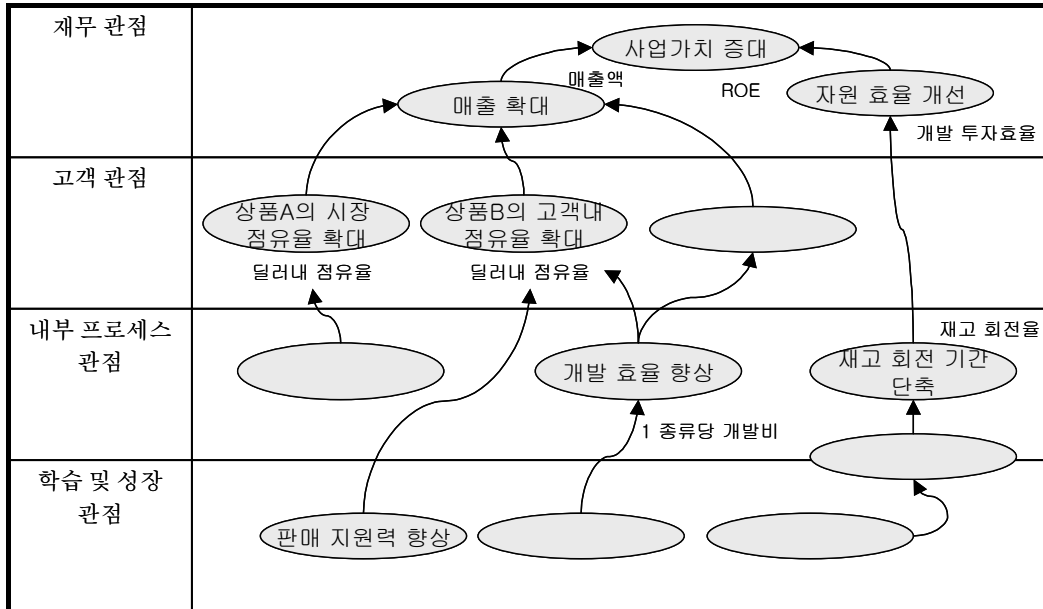
아래 그림 2-8 및 2-9는 SCM의 성과 측정에 있어 가장 중요한 관건인 핵심 성과지표(KPI)의 도출 과정과 각 관점별로 도출된 핵심 KPI의 예시이다.



<그림 2-8> 핵심 성과지표 도출 과정



<그림 2-9> BSC를 이용한 공급 사슬의 성과 측정 구조(Peter, 2000)



<그림 2-10> BSC 전략맵 예

OO부문 OO부 스코어카드								
달성도와 득점								
							110% 이상	5점
							100% 이상	4점
							90% 이상	3점
							80% 이상	2점
							70% 이상	1점
							70% 미만	0점
재무	전략목표	성과지표	가중치	목표치	실적치	달성율	득점	득점*가중치
재무	사업 가치 확대	ROE	20%	%	%	%	4	80
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	5	75
고객	상품A의 점유율 확대	A의 시장 점유율	10%	.....	.....	.....	.....	.....
								
내부 프로세스	재고 회전율 단축	재고 회전율	10%	.....	.....	.....	.....	.....
								
학습 및 성장	판매 지원력 향상	판매 지원율	5%	.....	.....	.....	.....	.....
								
							합 계	/ 500

<그림 2-11> BSC 스코어카드 예

* 자료: 野村総合研究所(2003), “バランス・スコアカードを活用した経営管理システムの改革”

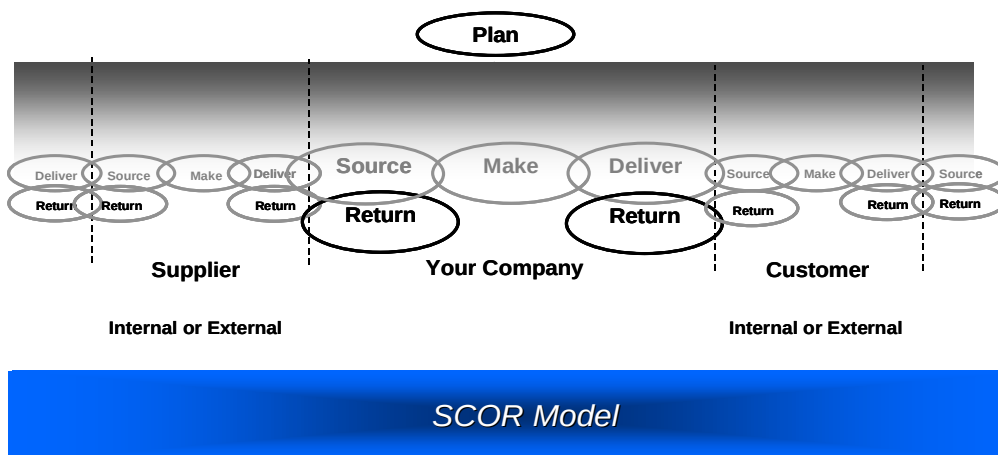
3) 공급사슬 운영 참조모델(SCOR-Model)

(1) SCOR 모델의 개요 및 특징

1990년대 전반, 미국에서는 SCM을 도입하려는 기업이 증가하고 있는 반면, 실제 도입에 있어 공통의 업무 프로세스나 업무 용어, 업무 평가 지표 등의 기반이 마련되어 있지 않아 부문이나 기업을 초월한 협력 관계 구축이 곤란한 문제가 있었다. 이러한 배경을 바탕으로, 1996년 미국 AMR사, 바이엘사, Compaq사, PRTM사, P&G사 등을 중심으로 설립된 SCC(Supply Chain Council)는, SCM의 연구, 보급 및 추진을 목적으로 SCOR모델을 만들게 된다.

SCOR(Supply Chain Operation Reference) 모델은 부문이나 기업을 초월한 “협업”의 어려움에 대처하기 위해서, 기업 및 기업간 공급 사슬을 비즈니스 프로세스 관점에서 맵핑, 분석해서 문제 해결을 하고, 관계자의 공통 템플릿으로 사용하는 비즈니스 프로세스를 참조하기 위해 SCC가 개발한 모델이다.

SCOR 모델은, 계획(Plan) 프로세스와 4개의 실행 프로세스(Source, Make, Delivery, Return), 그리고 각 프로세스를 실행하기 위해 필요한 리소스를 관리하는 Enable의 5단계로 정의하고 있다.



<그림 2-12> SCOR의 5가지 주요 프로세스

* 자료: Supply Chain Council, SCOR-Model Version 6.1

SCM을 추진함에 있어, 공통의 프레임워크, 공통의 언어라 할 수 있는 SCOR 모델의 이점은 공급 사슬 프로세스나 기능의 이해와 함께, 전체 공급 사슬을 객관적인 분석할 수 있게 해 주며 프로세스를 명확히 기술할 수 있어 공급 사슬을 구성하는 조직이나 기업이 공급 사슬 관리에 필요한 공통 인식을 갖게 해 줄뿐만 아니라, 공급사슬 관리를 위한 평가 지표로 활용할 수 있다는 점이다.

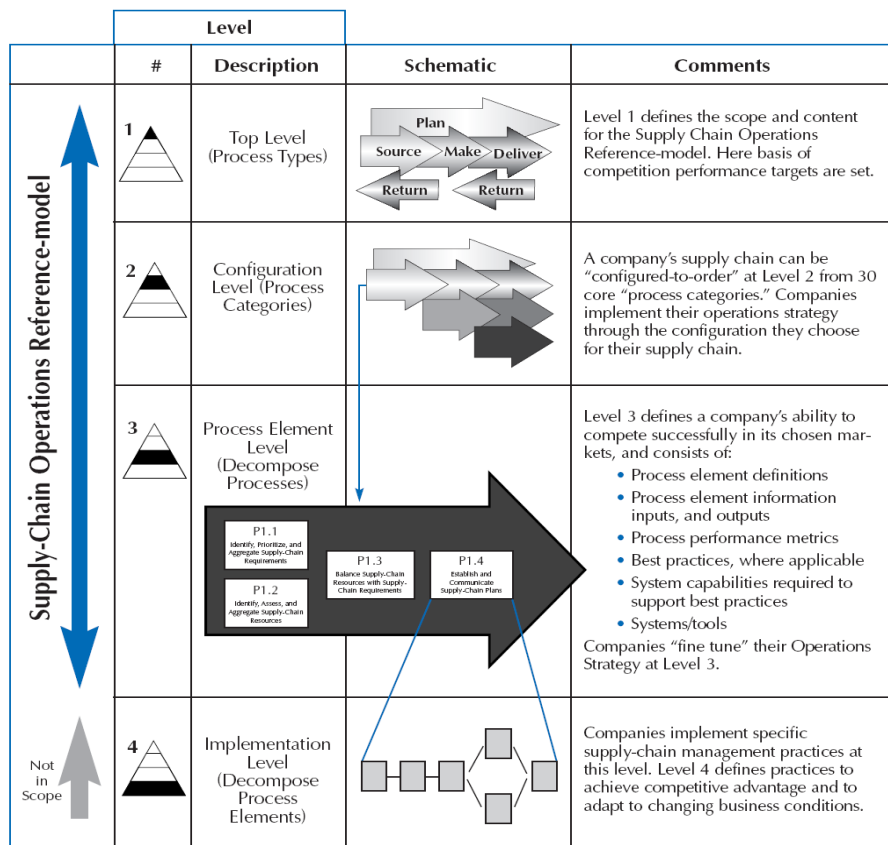
SCOR 모델은 공급사슬 관리의 프로세스들을 표준화하는 시스템으로 구성되어 있고, 현재 공급 사슬을 운영하고 있거나 앞으로 공급 사슬을 구상중인 기업에 대해 세부적인 모델링 지침을 나타내며, 각각의 프로세스 단위마다 그 상황에 맞는 핵심성과지표(KPI)를 정의하고 있다.

<표 2-3> SCOR 모델의 핵심 프로세스

	정 의	활 동
계획(Plan)	설정된 비즈니스 목표를 달성하기 위한 실행 과정 개발을 목적으로 총괄적인 수요와 공급의 균형을 맞추는 프로세스.	- 수요 및 공급 계획 - 계획 인프라 관리
조달(Source)	계획 또는 실제 수요를 충족하기 위해 상품 및 서비스를 구매하는 프로세스	- 공급/자재 구매 - 공급 인프라 관리
생산(Make)	계획 또는 실제 수요를 충족하기 위해 공급된 상품을 완제품으로 변환하는 프로세스	- 생산 - 생산 인프라 관리
출하(Delivery)	계획 또는 실제 수요를 충족하기 위해 완제품 및 서비스를 제공하는 프로세스	- 주문관리 - 운송관리 - 창고관리 - 출하 인프라 관리

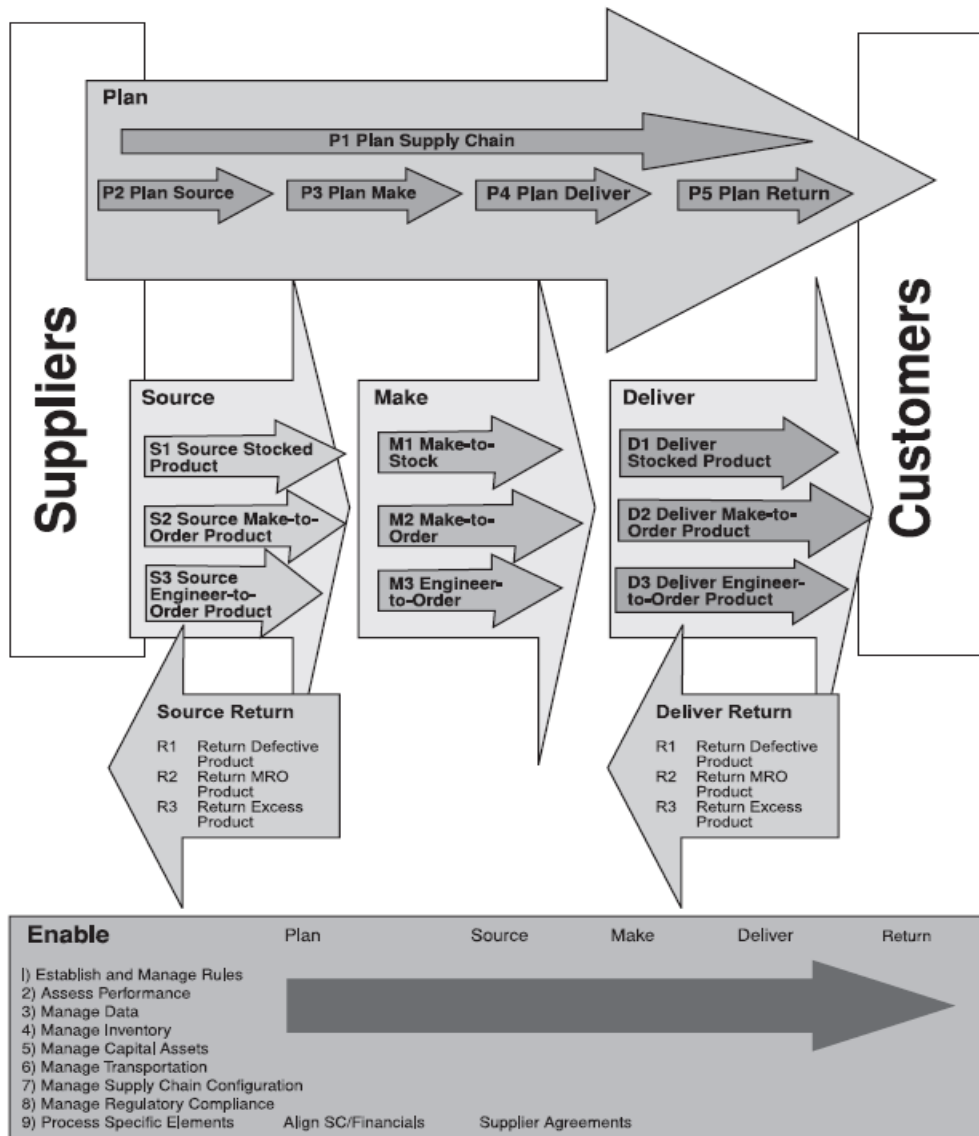
(2) SCOR 모델의 구성

SCOR 모델은 레벨 4 실행수준(Implementation Level)을 제외한 총 3가지의 레벨(Top, Configuration, Process Level)을 포함하고 있다. 레벨 1은 5가지(Plan, Source, Make, Delivery, Return)의 Elementary Process Type으로 구성되며, 레벨 2에서는 5개의 Process Type을 22개의 Process Category로 나뉘어진다. 레벨 3의 Process Elements에서는 선택된 시장에서 성공적으로 경쟁하기 위한 해당 기업의 운영 능력을 정의하고, 공급사슬 운영 전략을 세밀하게 조정하게 된다.



<그림 2-13> SCOR Version 6.1의 구성

* 자료: Supply Chain Council, SCOR-Model Version 6.1



<그림 2-14> SCOR Virsion 6.1 모델 Level 2 Toolkit

* 자료: Supply Chain Council, SCOR-Model Version 6.1

(3) SCOR 모델을 이용한 공급 사슬의 성과 측정

SCOR 모델에서 정의 하고 있는 공급 사슬의 성과 측정 매트릭스는, 고객 측면에서 신뢰성(Reliability), 대응성(Responsiveness), 유연성(Flexibility), 내부 측면에서는 비용(Cost), 자산(Asset)의 5가지의 기준 하에 총 13가지의 핵심성과지표(KPI: Key Performance Indicator)로 구성된다.

SCOR Model version 6.1의 레벨 1에서는 5가지 프로세스 타입(Plan, Source, Make, Delivery, Return)에 관한 정의와 함께, 아래 표 2-4와 같이 5가지 성과 측정 기준에 대해서 공급 사슬의 성과 측정을 위한 KPI Metrics가 제시되어 있다.

<표 2-4> SCOR 모델 Level 1에서의 공급 사슬 성과지표 매트릭스

	Customer-Facing			Internal-Facing	
	Supply Chain Reliability	Responsiveness	Flexibility	Cost	Assets
Delivery performance	✓				
Fill rate	✓				
Perfect order fulfillment	✓				
Order fulfillment lead time		✓			
Supply Chain Response Time			✓		
Production flexibility			✓		
Total SCM management cost				✓	
Cost of Goods Sold				✓	
Value-added productivity				✓	
Warranty cost or returns processing cost				✓	
Cash-to-cash cycle time					✓
Inventory days of supply					✓
Asset turns					✓

* 자료: Supply Chain Council, "SCOR-Model Version 6.1"

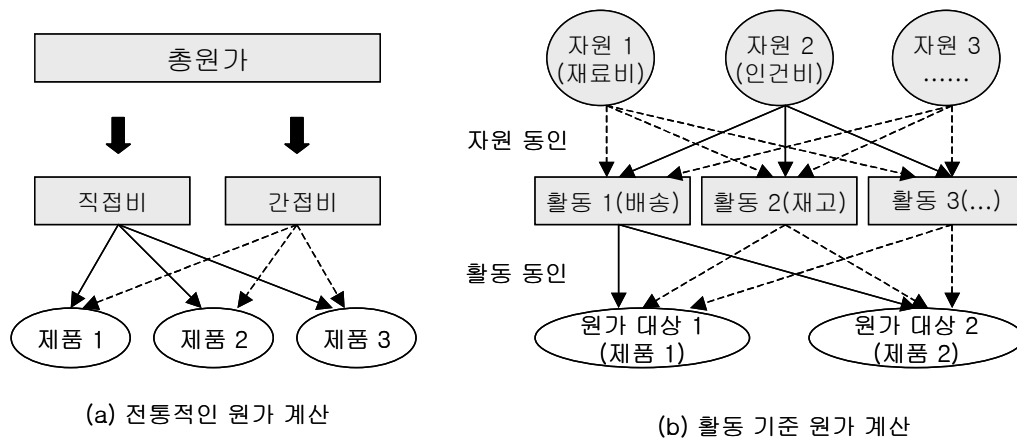
2.4.2 재무 회계적인 측면의 접근

1) 활동기준 원가 관리(ABC: Activity-Based Costing)

(1) ABC의 개요 및 특징

활동기준 원가관리(ABC: Activity-Based Costing)란, 전통적인 원가 계산과는 달리 상품이나 서비스의 원가 계산에 있어, 작업 공정에 따라 행해지는 하나 하나의 활동을 최소 단위로 설정한 후, 이에 준하는 시간이나 노력에 대응해 비용을 분배하는 방법을 말한다.

ABC 원가 관리의 핵심은 정확한 원가 유발 요인을 파악하는 것으로서, 활동에 원가를 할당한 후, 각 활동마다 적절한 활동 동인(Activity Driver)을 선정하고 활동 동인의 값에 비례하여 간접비를 각 원가 대상(Cost Object), 즉 제품에 분배하는 간접비 배분 방법을 채택하기 때문에 정확한 간접비 배분이 용이한 장점을 가지고 있다.



<그림 2-15> 전통적인 원가 계산과 활동 기준에 의한 원가 계산(임석철, 1996)

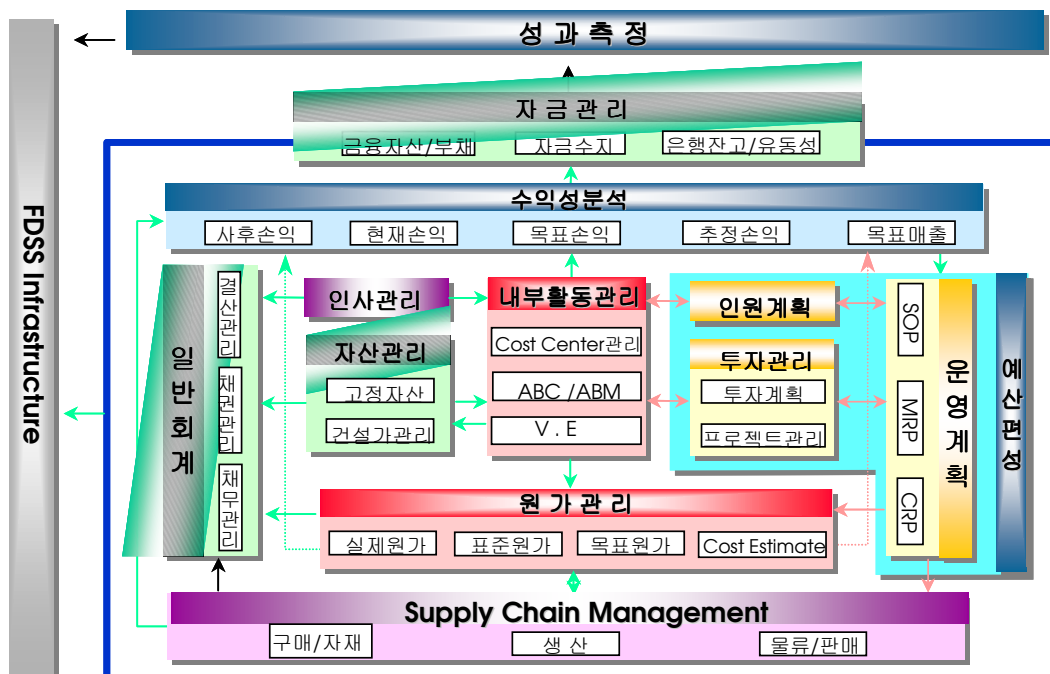
ABC의 일반적인 계산 절차는 우선, 원가가 발생하는 원인을 규명하고 부가가치 활동은 가급적 줄이며 필요한 활동을 최소의 비용으로 수행함과 동시에 정확

한 원가 산정에 필요한 정보를 얻기 위한 활동 분석(Activity Analysis)을 수행한 후, 이를 토대로 각 활동별 원가를 집계한다. 그 후, 활동을 유발 시키는 요인인 원가 동인을 규명하고 원가 동인 단위당 원가 산출 및 계산을 수행하게 된다.

ABC에 의해 얻어진 원가 정보는 고객별 채산관리, 비즈니스 프로세스 리엔지니어링 등에 많은 공헌을 한다.

(2) ABC를 이용한 공급 사슬의 성과 측정

ABC를 비롯한 원가 관리 방식을 기본으로 하는 공급 사슬의 측정 개념은 아래 그림 2-16과 같다. 공급사슬 핵심 프로세스에 대한 세부 활동 동인을 선정하고, 각 활동에 대한 가중치를 부여하여 공급사슬 상의 자재 및 제품에 대해 간접비를 배분함으로써 재무적인 측면에서 공급사슬의 수익성 및 기업의 시장 가치를 파악하게 된다.



<그림 2-16> ABC 및 원가관리 방식을 이용한 공급사슬 성과 측정

2) 경제적 부가가치(EVA: Economic Value Added)

(1) EVA의 개요 및 특징

EVA는 미국의 컨설팅 회사 스탠스튜어트가 제창한 것으로서, 세전후 영업이익(NOPAT: Net Operating Profit After Tax)에서 자본 비용을 공제한 후, 산출하게 되며, “자본 코스트 예상 수익”을 표현하는데 우수한 업적 지표이다.

$$EVA_n = NOPAT_n - C^* \times capital_n$$

§ EVA_n : n년도의 EVA

§ $NOPAT_n$: n년도의 영업이익 $\times$ (1 - 세율)

§ C^* : 자본 코스트

§ $capital_n$: n년도의 초기 사업에 투하된 자본 총액

EVA는 다음과 같은 특징이 있다. 먼저, 지불 이자뿐만 아니라 주주 자본 코스트까지 포함한 자본비용 공제 이후의 경제적 수익이며, 가중평균 자본 코스트(WACC: Weighted Average Cost of Capital)을 이용함으로써 사업마다 다른 리스크를 반영한 자본 비용을 공제 가능하다. 또한, EVA는 일정 기간에 배분된 비용을 인식함으로써 경제 합리성의 관점에서 수익이나 비용에 관한 인식 타이밍을 선택할 수 있다.

(2) EVA를 이용한 공급 사슬의 성과 측정

EVA는 투자를 현금 흐름(Cash Flow) 기준이 아니라 투하 자본에 대한 각 분기의 자본 비용으로 인식하기 때문에, 각 기간별 업적 평가 이용이 수월하여 공급사슬 전체의 수익성이나 효율성을 재무적인 관점에서 분석 가능하다. 또한, EVA는 BSC와 함께, BSC의 전략맵을 이용한 핵심성공요소간의 인과관계를 파악함으로써 BSC의 대표적인 수익성 지표인 주주 자본 수익률(ROE: Return On Equity)과 마찬가지로 전체 공급사슬의 재무적인 수익성을 측정할 수 있다.

3) Cash Flow Analysis

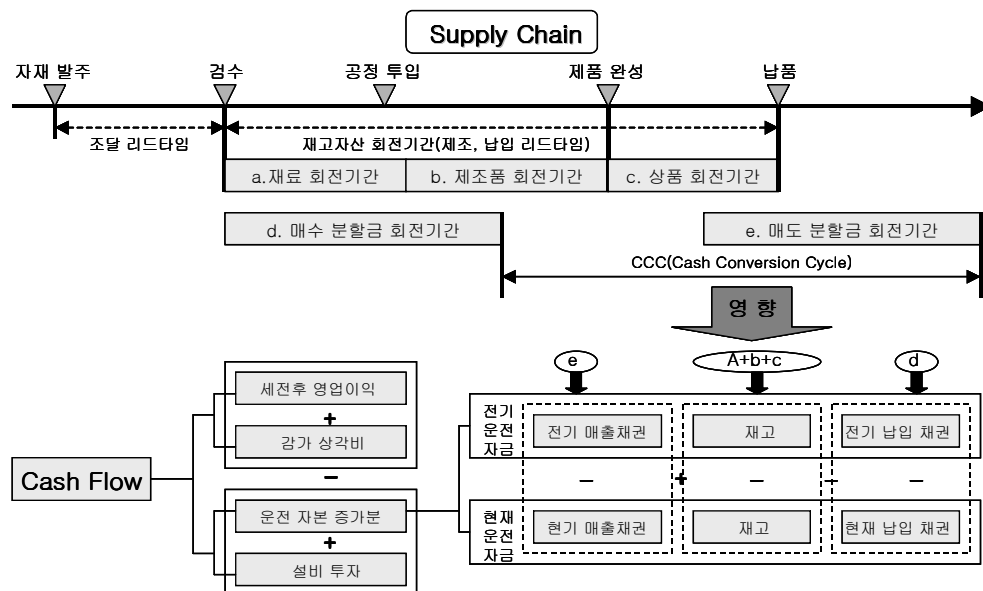
(1) Cash Flow의 개요 및 특징

재무 이론은 회계상의 이익이 아니라 Cash Flow를 바탕으로 성립된 개념으로, 사업의 수익성이나 경제적인 가치를 판단함에 있어서는 Cash Flow의 산출이 빠질 수 없으며, 단순한 회계상의 수치로는 그 흐름이 보이지 않는다.

비즈니스 프로세스에 있어 Cash Flow는 현금화 싸이클의 파악이 가능할 뿐만 아니라, 업무의 재편성(Restructuring)이나 사업 본래의 수익성을 명확히 할 수 있으며, 재고가 정체 되어 있는 프로세스 파악이 가능하기 때문에 재고 수준에 관한 경영 판단에도 도움이 된다.

(2) Cash Flow를 이용한 공급 사슬 성과 측정

그림 2-17과 같이 공급 사슬 전체의 자본 흐름 및 수익성 파악이 가능하다.



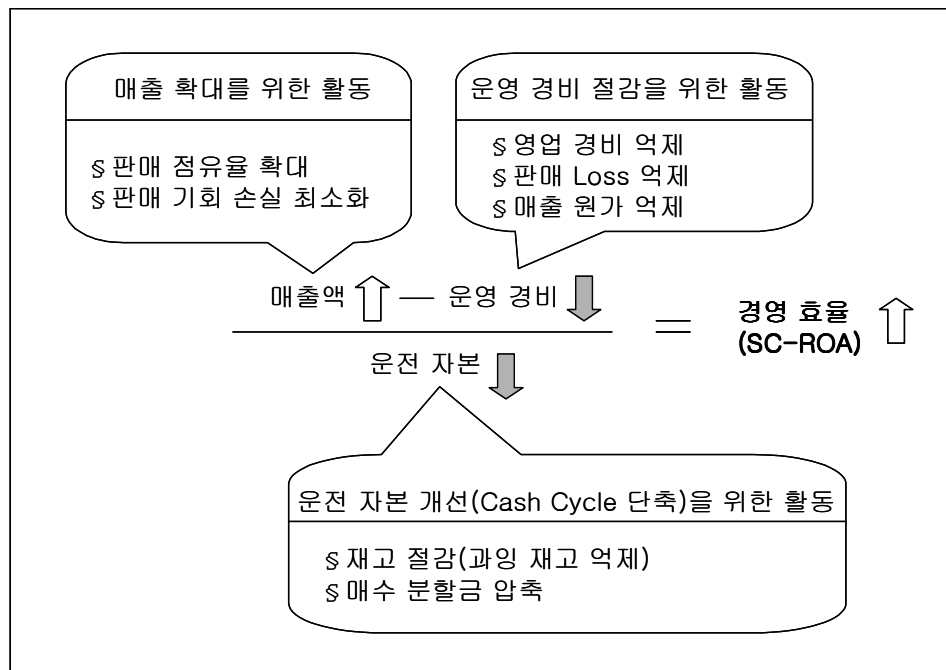
<그림 2-17> Cash Flow를 이용한 공급 사슬의 수익성 측정

* 자료: NTT 데이터経営研究所(2002), “ロジスティクス診断の概要”

4) 공급사슬 총자산 수익률(SC-ROA: Supply Chain-Return On Asset)

공급사슬 총자산 수익률(SC-ROA)은 일본 노무라 종합연구소(野村総合研究所: NRI)에서 정의한 공급 사슬 성과 지표로, Cash Flow를 바탕으로 한 재무적인 측면에서 공급 사슬 전체의 효율성을 평가한다.

$$\text{공급사슬 총자산 수익률(SC-ROA)} = \frac{\text{매출액} - \text{변동비}}{\text{재고}}$$



<그림 2-18> SCM 개혁을 위한 경영 효율(SC-ROA)의 극대화

* 자료: 野村総合研究所(1999), “SCM革新のための業績評価システム”

SCM은 업무 프로세스의 혁신이며, 그 목적은 기업 목표를 실현하는 것이지만 대다수는 Cash Flow, ROE, SC-ROA와 같은 재무적인 수치를 중심으로 한 결과 지표로 표현되어 진다.

3장. 공급 사슬 성과측정 관리를 위한 정량화 모델 제안

3.1 SCOR 모델의 핵심 성과지표(KPI)의 활용

공급사슬의 성과 측정에 관한 선행 연구 및 방법론들을 살펴보면, 크게 이론 중심의 연구 성과들과 실무 중심의 연구 성과들이 존재하고 있다. 이론 중심의 연구 성과들이란 공급사슬의 성과 측정에 앞서 진행되는 이론이나 기타 방법론을 접목시켜 공급 사슬의 효율성을 평가한 것을 말하며, 실무 중심의 성과 측정법은 앞서 2장에서 기술한 바 있는 기능 및 전략적 측면의 접근 방식과 회계 재무적인 측면의 접근 방식과 같이 실제 현장에서 활발하게 쓰이고 있는 방식을 의미한다.

그 외에도, 공급사슬 성과 측정법으로는 실질적인 물류비 파악, 유량 분석, PSI 분석 및 Cash Flow 분석과 같은 정량적인 분석과 업무 프로세스 및 정보 시스템 분석, 고객 니즈 파악과 같은 정성적인 분석을 종합적으로 고려하는 접근 방식도 있다.(NTTデータ経営研究所, 2002)

일반적으로 실무에서 많이 활용되고 있는 기능 및 전략적 측면의 방식과 재무 회계적 측면의 방식은 서로 다른 장단점을 가지고 있다. 기능 및 전략적인 접근법은 해당 기업의 목표나 비전에 맞춰 공급 사슬 전체의 세부적인 전략들을 효율적으로 분석하고 자사의 강/약점을 분석할 수 있는 이점이 있는 반면, 기업 가치를 재무적인 수치 결과로 표현하는 데는 한계가 있다. 한편, 재무 회계적인 접근법은 공급 사슬의 효율성과 수익성을 정량적으로 파악하여 기업의 현재 가치를 명확히 할 수 있는 반면에, 과거 성과를 중심으로 한 재무 지표의 한계로 인해 급격히 변화하는 기업 환경 및 시장에 대응하기 어려운 측면이 많다. 또한, 공급사슬에는 많은 관련 주체들이 관여하고 있기 때문에 효율의 극대화 및 각 주체의 업무 목표를 명확히 할 필요가 있으나, 재무 지표에서는 직원들의 구체적인 행동 지침이 없을 뿐만 아니라, 해당 기업의 전략이나 비전에 대한 인과 관계 및 핵심 성공 요인의 파악이 쉽지 않은 단점이 있다.

현재, 공급 사슬 성과 측정을 위한 연구의 주된 흐름은 기능 및 전략적 측면과 재무 회계적 측면을 접목해서 수행하는 방식이다. 다시 말해서, 기능 및 전략적 측면에서 BSC의 4가지 관점별 기본 프레임워크를 바탕으로 핵심 성과 지표(KPI)

를 정의하고, BSC 고유의 인과 관계를 이용해서 ROE, EVA, 혹은 SC-ROA 등과 같은 구체적인 재무적 성과치도 동시에 파악할 수 있도록 하는 것이다.

본 연구에서는, 공급사슬의 성과 측정을 위해서 아래 표 3-1과 같이 SCM에 있어 세계적 표준으로서의 의미를 가지는 SCOR Model Version 6.1의 Level 1에 기술된 핵심 성과지표(KPI) 매트릭스를 활용한다.

<표 3-1> SCOR 모델의 핵심 성과지표 매트릭스

		Customer-Facing (고객 측면)			Internal-Facing (내부 측면)	
		Reliability (신뢰성)	Responsiveness (대응성)	Flexibility (유연성)	Cost (비용)	Asset (자산)
KPI-1	Delivery Performance(배송 능력)					
KPI-2	Fill rate(충족률)					
KPI-3	Perfect order fulfillment(완벽 주문 충족률)					
KPI-4	Order fulfillment lead time(주문 충족 리드 타임)					
KPI-5	Supply chain response time(공급사슬 반응 시간)					
KPI-6	Production flexibility(생산 유연성)					
KPI-7	Total SCM management cost(총 공급사슬 비용)					
KPI-8	Cost of goods sold(상품 판매비)					
KPI-9	Value-added productivity(부가가치 생산성)					
KPI-10	Warranty cost or returns processing cost (보증비 혹은 반품비)					
KPI-11	Cash-to-cash cycle time(현금 사이클 타임)					
KPI-12	Inventory days of supply(공급의 재고일)					
KPI-13	Asset turns(자산 회전율)					

* 자료: Supply Chain Council, "SCOR-Model Version 6.1"

SCOR 모델 레벨1에서 제시한 핵심 성과지표(KPI)를 바탕으로 13개의 성과지표를 11개로 축소 정리하고 각 지표의 개념을 정의한 후, 산출식으로 표현하면 아래 표 3-2와 같다.(이영해, 2004)

<표 3-2> 레벨1의 핵심 성과지표 산출식

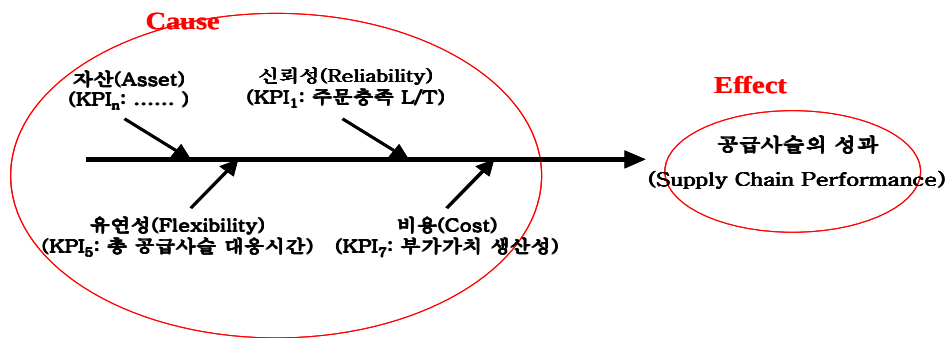
	KPI	정 의	산 출식
신뢰성	약속 기일 인도율	고객이 요청한 시일 내에 주문을 충족시킨 비율	(정시에 배달되는 주문수)/(총 주문수)
	충족률	주문 접수 후 24시간 이내 발송 처리된 주문 비율	(24시간내 출고 처리된 주문수)/(총 주문수)
	주문 충족 리드타임	고객 주문으로부터 납품까지의 평균 리드타임	(출하된 주문을 위한 리드타임)/(출하된 주문의 총수)
	완전 주문 충족수	다음 조건들을 만족하는 주문 비율 (완전한 수량으로, 정시에, 문서상의 오류 없이, 완전한 품질로 배달된 주문 비율)	(정시에 출하된 총주문수-문서상 오류 주문수-출하중 손상된 주문수)/(총주문수)
유연성 및 반응성	총 공급사슬 대응시간	시장 수요 변화에 대해 전체 공급사슬이 대응하는데 소요되는 시간	(주문 충족 리드타임+소스 사이클타임)*(소스 사이클타임)=입고리드타임+검사리드타임+이송리드타임
비 용	총 공급사슬 관리 비용	총 공급사슬을 운영, 관리하는데 소요되는 총 비용	(주문처리비+ 자재구매비+ 재고관리비+ 고정비+ 생산비+ 운송비)
	부가가치 생산성	종업원 1인당 기여도	(총 제품 수익-총 자재구매비)/(총 종업원수)
	보증 및 반품 처리비용	반품처리, 제품교환 등에 소요되는 비용으로 총 매출액의 비율로 표시	(반품처리비+ 제품교환비)/(총 매출액)
자 산	Cash-to-cash 사이클타임	원자재 구매에서 판매대금 회수까지 소요되는 시간	(재고자산회전기일+ 매출채권회전기일-매입채권회전기일) v 매출채권회전기일= (전체 외상매출금)/(연간 전체수익/365) v 매입채권회전기일= (전체 외상매입금)/(연간 자재구매비/365)
	재고자산 회전 기일	재고 판매로 이루어지기까지의 시간	(재고비)/(제품 판매비/365)
	자산 회전율	자산이 활용되어 판매로 이루어지기까지의 소요시간	(매출액/순자산) v 순자산=총자산-총부채

* 자료: 이영해(2004), “혼합형 제조 물류산업을 위한 RPM 개발”

3.2 정량화 모델

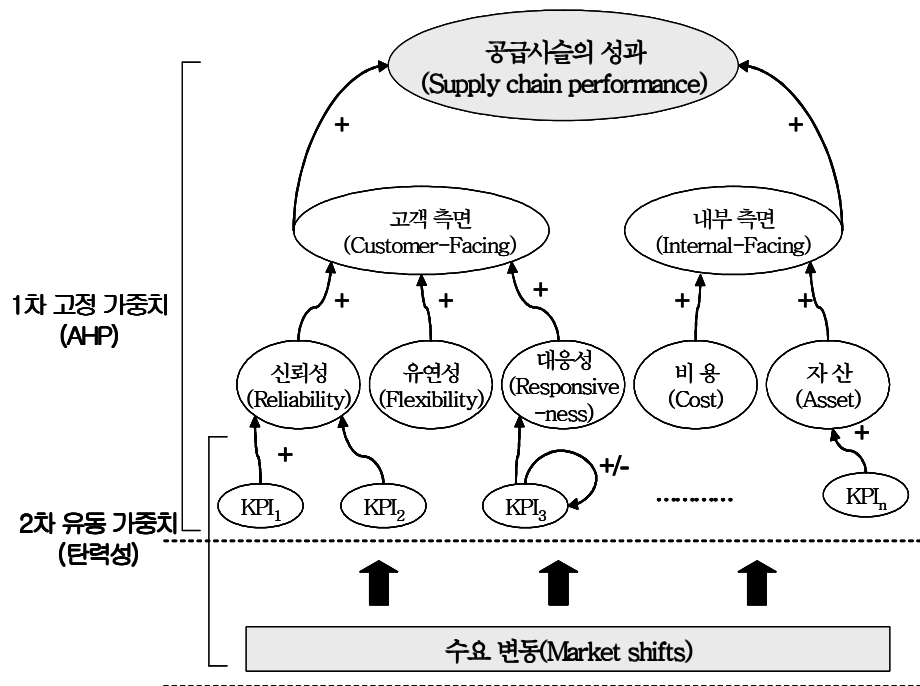
본 연구에서는, 앞서 2장에서 고찰한 선행 연구 및 방법론의 한계, 즉 운영의 효율성과 수요의 반응성을 동시에 고려할 수 있도록 하기 위한 동적 정량화 모델을 제안한다. 우선, SCOR모델의 핵심 성과지표를 계층적 구조 확립 및 요인들간 영향력을 가시화하기 위해, 인과관계 다이어그램(Cause and effect diagram)으로 나타낸다. 그 다음, 인지맵(Cognitive map)으로 요인들 간의 관계를 명확히 하고, AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 계층적으로 정량화 한다. 본 연구에서 인과 관계 다이어그램 및 인지맵으로 표현하고 기술하는 이유는 실제 업무 영역에서의 복잡한 요인들간 구조 및 관계를 명확히 해 가는 일련의 과정을 인과 관계 및 인지맵을 통해 쉽게 도식화 할 수 있다는 장점이 있기 때문이다.

아래 그림 3-1은 SCOR 모델의 성과지표 매트릭스를 이용한 공급사슬의 성과와 각 요인들의 관계를 표현한 인과관계 다이어그램이며, 그림 3-2는 본 연구에서 제안하는 정량화 모델의 프레임워크로써, 수요변동에 따라 탄력적으로 변화하는 성과지표와 요인들의 관계 명확화 및 구조 인식을 위해 인지맵으로 표현한 것이다.



<그림 3-1> 공급사슬 성과에 대한 인과 관계 다이어그램

* 참고: P. Suwignjo, U,S Bititci, A.S Carrie(2000),
 “Quantitative models for performance measurement system”, International
 journal of production economics.



<그림 3-2> 공급사슬 성과 측정 및 관리를 위한 동적 정량화 모델

SCOR 모델 Level 1에서 정의하고 있는 공급 사슬의 성과지표 매트릭스는 크게 고객 측면(Customer-Facing)과 내부 측면(Internal-Facing)으로 나누어지며, 각 측면에 대해 신뢰성을 비롯한 유연성, 대응성, 비용, 자산 등이 그 하위 계층을 이루고 있다. 본 연구에서는 SCOR 모델의 성과지표를 활용하여 계층적 구조로 표현한 후, AHP로 1차 고정 가중치를 산출하고, 수요 변동에 따른 성과지표의 탄력성을 고려한 2차 유동 가중치를 재차 부과하여 최종적으로 정량화한다.

한편, 각 하위 계층의 구성요소로는 총 공급사슬 대응시간 및 리드타임 등과 같은 실제 핵심성과지표들이 존재하게 되는데, 이는 수요의 변동에 따라 변한다고 볼 수 있다.(Bradly, 2004) 따라서, 그림 3-2에서 보는 것과 같이, 본 논문에서 제안하는 정량화 모델은 고정 가중치 및 수요의 변동에 탄력적으로 반응하는 지표들의 특성을 유동 가중치로 줌으로써, 불확실한 수요 및 기업 환경에 대응하여 측정된 성과지표들을 모니터링하고 개선 혹은 재설정(Re-set)해 가면서 공급 사슬을 관리하는데 많은 도움이 있으리라 기대된다.

3.3 AHP를 통한 KPI 고정 가중치

공급사슬 성과 측정 및 관리를 위해서는 핵심성과지표(KPI)의 정량화 과정이 불가결하다. 본 연구에서 제시하는 정량화 모델은 AHP 계층분석 과정의 기반위에 성과지표들의 탄력성을 고려한 개념이며, AHP를 통해 1차적으로 고정 가중치를 부여하는 이유는 공급사슬 관리자들이 평소에 중요시 하는 지표들이 있을 것이라고 판단하여 이를 반영코자 함이다.

계층분석 과정은 요인들 사이의 중요도(Weight)를 계층적으로 나누어 파악함으로써 각 대안들의 중요도를 산정하는 기법으로, 요인들간 독립성이 보장된다는 가정하에 쌍대비교(Paired Comparison)를 통한 상대적 중요도를 파악할 수 있는 장점이 있다. 즉, n 개의 요소들을 각각 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 이라 하고 각 요소들의 중요도를 $W_1, W_2, \dots, W_n$ 이라 하면 쌍대비교로부터 얻어진 결과는 다음과 같은 행렬 A 로 표현된다.

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & & \dots & \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix} \end{matrix}$$

쌍대비교에 의해 행렬 $A = (a_{ij})$ 가 이루어지며, a_{ij} 는 W_i/W_j 의 추정치, $a_{ij} = 1/a_{ji}$ 로 표현되고, 이는 주대각선의 원들이 모두 1이 되는 역수행렬이다. 만일, 행렬 A 가 완전한 기수적 일관성(Cardinal Consistency)이 있다면, 특성 방정식의 근은 가장 큰 하나만이 n 의 값을 가지며, 나머지 근들은 모두 0이 되고, 요소 A_1, A_2, A_n 의 중요도(Weight)는 특성 방정식의 근 λ_{max} 에 대응하는 특성 벡터(eigen vector), $W^T = (W_1, W_2, W_n)$ 로서 얻어진다.

즉, AHP와 같은 계층적 구조 및 쌍대비교의 성질을 통해, 요인의 상대적인 정량화 및 정량화된 KPI는 상하위 요소간 영향력을 쉽게 파악할 수 있기 때문에, ABC분류에 의한 모니터링 즉, 빈도 관리 및 자가 진단에 용이하게 이용할 수 있다는 이점이 있다.

3.4 수요 변동을 고려한 KPI 유동 가중치

3.4.1 수요 공급의 균형

일반적인 공급사슬의 전략 및 대응상태를 표현 하는데는 다음 3가지의 경우를 고려하게 된다.(조민관, 2004)

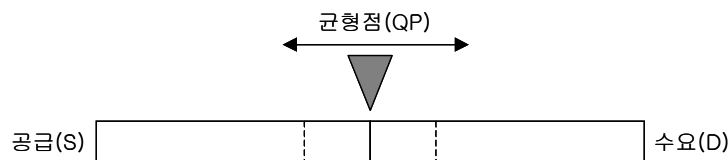
- 1) 공급 지배 상태 (Supply dominated state)
- 2) 수요 지배 상태 (Demand dominated state)
- 3) 균형 상태 (Balanced state)

첫째로, 공급 지배 상태(Supply dominated state)란 공급사슬의 공급 능력이 수요 영향력을 상회하는 경우로서, 불필요한 재고 및 낭비 등과 같은 잔여 공급 능력이 발생하며 공급사슬의 효율적인 전략이 실현되지 않는다.

두 번째로, 수요 지배 상태(Demand dominated state)란 공급 지배 상태와는 반대로 공급 사슬의 공급 능력이 수요의 영향력을 상회하는 경우로서, 주문 품질과 같은 공급 부족 상태가 발생하게 된다.

마지막으로, 균형상태(Balanced state)란 공급사슬의 공급 능력과 수요의 영향력이 균형을 이루는 상태로서 공급사슬의 반응 전략 및 효율적인 전략이 조화롭게 실현되는 상태이다.

본 논문에서는 위와 같은 3가지 상황을 바탕으로 공급사슬을 측정하고 모니터링한다. 한편, 전체 공급사슬의 완전 동기화 되었을 경우, 공급사슬의 수급영향력이 균형을 이루는 균형상태일 때의 KPI를 가장 이상적인 목표 KPI라 한다면, 이 때의 KPI를 재설정(Re-set) 기준으로서 고려해 볼 수 있다.



<그림 3-3> 수급 균형상태일 때의 균형점(QP)

3.4.2 수요 변동에 따른 KPI의 엔트로피 탄력성

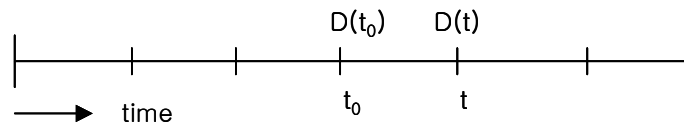
공급사슬은 물리적인 가용성이 허용하는 범위내에서 고객 수요에 순응하여야 하며, 시장의 특성을 잘 반영할 수 있어야 한다. 이러한 수요와 공급의 개념은 경제학적인 측면에서 탄력성이라는 개념과 부합된다고 할 수 있으며, 공급 탄력성이나 한계 비용 곡선의 개념은 공급사슬의 역량을 효율적으로 측정 할 수 있으며 동적으로 대응가능하게 한다. (Bradly, 2004)

즉, 공급사슬이 높은 탄력성을 지닌다는 말은 유연한 생산력과 짧은 리드타임, 전략적인 재고 관리, 신속하고 효율적인 공급사슬 운영과 관계되며, 반대로 낮은 탄력성은 긴 리드타임을 비롯한 공급사슬의 비효율적인 운영과 관련된다고 할 수 있다.

본 논문에서는 리드타임이나 재고 수준 등과 같은 공급사슬의 핵심성과지표(KPI)는 수요의 변동에 따라 변화한다고 가정한 후, 수급 균형상태에서 성과지표의 엔트로피 탄력성이란 개념을 정의하고 활용한다.

일반적으로, 경제학에서 의미하는 탄력성이란, 가격 변동폭에 대한 수요나 공급의 변동폭으로 나타내어지는데, 시점 t_0 에서 시점 t 까지의 수요 변동율을 $Var(d)$, KPI의 변동율을 $Var(k)$ 라 하면, KPI의 탄력성은 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$KPI_e = Var(k)/Var(d) \text{ ----- (1)}$$



$D(t_0)$: 시점 t_0 에서의 수요.

$D(t)$: 시점 t 에서의 수요 ($= \int_{t_0}^t SQ(s)ds + D(t_0)$)

SQ : 수요량

$Var(d)$: 시점 $t_0 \sim t$ 사이의 수요 변동율 ($= D(t) - D(t_0)/100$)

$k_{t_0}^i$ = 시점 t_0 에서 KPI_i ($i=1 \sim 11$)

k_t^i = 시점 t 에서 KPI_i ($i=1 \sim 11$)

$Var(k)$: 시점 $t_0 \sim t$ 사이의 KPI 변동율 ($= |k_t^i - k_{t_0}^i| / QP_KPI_i$)

QP_KPI_i : 수급 균형점에서의 기준 KPI_i

그러나, 단순히 수요의 변동에 대한 KPI의 변동률로 KPI의 탄력성을 정의한다면, 실무적인 차원에서는 손쉬우면서도 유용하게 이용할 수 있으리라 사료되지만, 경우에 따라서 탄력성 $e > 1$ 이 되는 경우가 발생하므로 탄력성을 0~1사이의 가중치로 정규화하기가 곤란하다. 또한 변동 확률이 아닌 변동폭(스칼라값)으로 KPI의 탄력성을 정의할 경우는 수요 예측과 같이 미래의 불투명한 부분에 대해 KPI의 예측 및 관리가 힘들다는 단점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 KPI의 탄력성 정의를, 앞서 기술한 바 있는 균형점 및 수급지배 상태에서의 영향력 표현이 용이하며 과거 기준 데이터, 즉 수요 및 KPI의 변동폭과 같은 스칼라값 뿐만 아니라, 확률로도 표현이 가능한 엔트로피(Entropy)라는 개념을 이용한다. 이 때의 엔트로피란 기본적으로 특정 사상의 빈도로 나타내고 산출되지만, 스칼라와 같이 일정의 크기를 가지는 개념 또한 표현이 가능하다. 즉, 미래 KPI 예측 및 설정에는 수요 및 KPI가 변할 확률로 나타내고, 현재의 KPI측정에는 주어진 과거 데이터, 즉 스칼라값을 활용할 수 있다는 의미이다.

이와 같은 배경을 바탕으로, 본 연구에서는 공급사슬 상태 정의 및 동적상황에 적합한 엔트로피 탄력성 개념을 이용한다.

한편, 엔트로피를 3.4.1장에서 소개한 수요 혹은 공급 지배 상태, 균형상태로 생각해 보면, 공급 사슬의 균형 상태란 수요의 영향력과 공급의 영향력이 동일한 상태라고 생각할 수 있으며, 반대로 수요 및 공급 지배 상태는 어느 한쪽의 영향력이 커진 상태로서, 무질서도가 높아진 상태라 할 수 있다.

이와 아울러, 엔트로피 en 은 아래 식과 같이, 기본적으로는 사상의 빈도를 나타내는 확률 척도로서, 주어진 수치들의 차이가 크면 엔트로피값이 작아지고, 반대

로 차이가 작으면 엔트로피값이 커지게 된다.

$$en = -\sum p_i \cdot \log p_i \quad (0 < p_i < 1) \quad \text{-----} \quad (2)$$

p_i = 특정 사상의 빈도

즉, 엔트로피 방법을 수요와 공급의 관계로 정의했을 때, 수요의 영향력 및 공급의 영향력 차이가 커질수록 엔트로피값이 작아지며 가중치는 올라가게 되고, 반대로 수요와 공급의 영향력 차이가 작을수록 엔트로피값이 커지면서 가중치는 낮아지게 된다. 따라서, 이와 같이 수요의 변동 및 수급 관계를 고려해 볼 때, 특정 KPI의 탄력성을 엔트로피 가중치값으로 정의한다면, 균형점(QP), 즉, 균형상태일 때 KPI는 현재 자사의 공급사슬 수준 범위내에서 영향을 받겠지만, 수요 변동에 따라 수급지배 상태로 변했을 때, 수요에 대한 탄력성이 높다는 말은 수요의 변동에 대해 민감한 반응을 보인다는 의미이다.

일반적으로, 엔트로피값 eni 를 산출하는 식은 아래와 같다.

$$eni = -K \sum_{t=1}^m dt_i/D_i \cdot \log dt_i/D_i \quad \text{-----} \quad (3)$$

본 논문에서 제안하는 공급사슬 관리 방식은 수요 및 공급이 변동하여 수요 지배 상태나 공급 지배 상태가 되는 동적인 상황하에서, KPI를 중요도별로 모니터링을 한다는 개념이다. 즉, 수급이 균형을 이루는 최적 상태일 때의 KPI를 목표 KPI(공급사슬이 완전 동기화인 경우)의 상태로 재조정하거나 자사의 최적 상태의 KPI를 동종 업계 최고 수준인 타사와의 벤치마킹을 하는 두가지 방식의 KPI 개선 과정을 동시에 고려하여 공급 사슬을 관리하게 된다. KPI 모니터링 및 벤치마킹에 관한 구체적인 내용은 3.5장 및 3.6장에서 다루기로 한다.

3.4.3 KPI 탄력성에 의한 유동 가중치

본 연구에서 제안하는 정량화 모델에서는 수요의 변동에 따른 KPI의 변동 확률 및 변동폭을 파악함으로써, 수요 변동을 통한 KPI의 탄력성을 유동 가중치로 주어 시시각각 변화하는 공급사슬의 상황을 동적으로 관리하고 중요도별로 모니터링하게 된다.

본 연구에서는 아래 식(5)와 같이 엔트로피 가중치로 KPI의 탄력성(유동 가중치)을 표현했다. 엔트로피 방법은 주어진 숫자들의 차이가 크면 엔트로피값이 작아지고, 반대로 차이가 작아지면 엔트로피값이 커지는 경향이 있으며 모든 숫자들이 동일할 때 최대가 된다. 다시 말해, 이와 같은 엔트로피값의 성질을 이용하면 수요와 공급의 영향력이 같아지는 균형점에서의 탄력성 및 가중치 등 전체 KPI의 가중치를 정규화할 수 있다는 말이다.

일반적인 엔트로피 계산은 앞장의 식(2)와 같이 en 으로 표현되고, pi 는 0과 1사이의 값을 가진다. 우선, 시점 t 에서의 KPI_i ($i=1,2,...,11$)에 대한 탄력성을 eti 라 하면, 이를 0과 1사이의 수치로 정규화 하기 위해서 KPI별 $dti = eti/et^*$ 으로 계산한다. 단, et^* 는 시간 t 의 흐름에 따른 특정 KPI_i 의 탄력성이 최고일 때를 의미한다. 그 후, KPI별 dti 를 합산하여 그 합계를 D_t 라 놓고 dti/D_t 를 계산하게 되며, KPI별 엔트로피값(KPI_e)의 계산식은 아래와 같다.

$$KPI_e = eni = -K \sum_{i=1}^m dti/D_t \cdot \log dti/D_t \text{ ----- (4)}$$

여기서, m 은 시간(t)의 흐름에 따른 관측수를 의미하며, K 는 상수로서 엔트로피 값 eni 의 최대값을 1로 만들어주기 위해 $K = 1/\log m$ 으로 표현된다.

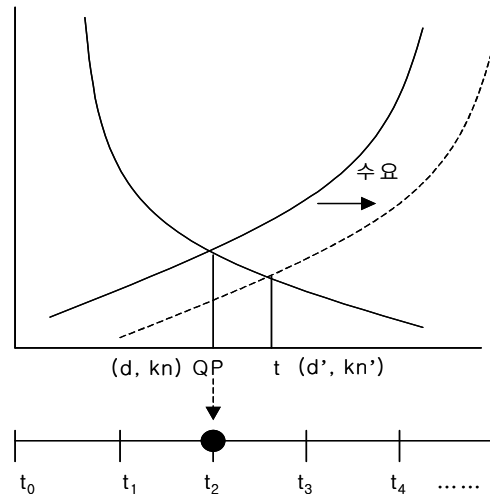
따라서, 특정 시점 t 에서 KPI의 탄력성(유동 가중치) KPI_e^* 는 아래와 같이 계산된다.

$$KPI_e^* = (1-eni) / (n - \sum eni) \text{ ----- (5)}$$

(단, $n=1,2,...,11$ / KPI)

여기서, n 이란 성과지표(KPI)의 수를 의미하며, SCOR 모델에서 제시한 13개의 성과지표를 재정리하여 구체적인 산출식으로 표현한 11개의 성과지표(이영해, 2000)를 말한다.

한편, 아래 그림 3-4와 표 3-3의 예를 보면, 완전 동기화(同期化)된 공급사슬상에서 수요 및 공급이 균형상태인 시점 t_2 (균형점)일 때, 특정 KPI_{mn} 의 엔트로피값은 최대인 ‘1’이 되고 탄력성, 즉 유동가중치는 최저가 된다.



<그림 3-4> 완전 동기화된 공급사슬의 수요 및 KPI 변동률

<표 3-3> 균형점에서의 엔트로피값 ($eni \leq 1$, $m=4$)

엔트로피값(eni)	t_1	t_2 (균형점)	t_3	t_4
KPI_1	0.72	1	0.4	0.8
KPI_2	0.45	1	0.3	0.32
.....				

QP = 균형점

$QP(d)$ = 균형점에서의 수요

$QP(kn)$ = 완전 동기화된 공급사슬 균형점에서의 KPI_n (목표/기준 KPI)

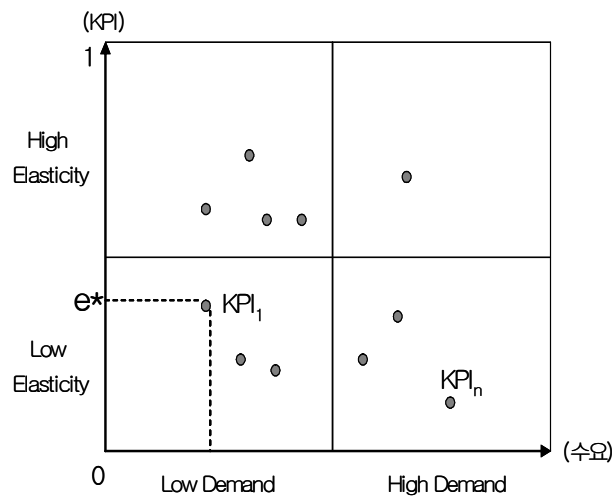
$kn'(t)$ = 균형점에서 시점 t 로 이동할 KPI_n 확률 및 변동폭

$d'(T)$ = 균형점에서 시점 t 로 이동할 수요 확률 및 변동폭

따라서, 균형점(QP)에서 엔트로피값이 최대가 되지만, 완전 동기화된 공급사슬 상에서의 균형점은 수급의 영향력이 같아지는 상태가 계속 유지되기 때문에, 특정 KPI_n 는 민감하게 반응하지 않아서 엔트로피 가중치값(탄력성=유동 가중치)가 가장 낮게 책정이 되고, 반대로 엔트로피값이 작아지는 수요 및 공급지배 상태일 때의 KPI는 높은 가중치가 책정되어 자주 모니터링하면서 관리해할 필요가 있다는 말이다.

또한, 앞서 말한 바와 같이, 엔트로피 성질을 이용한 탄력성은 수요 변동 확률과 KPI의 변동 확률로도 정의되기 때문에, 수요 예측과 더불어 미래의 최적 KPI 예측 및 설정에도 도움이 되리라 기대된다.

아래 그림 3-5는 KPI의 탄력성 개념의 이해를 돕기 위해서, 수요 변동에 따라 0~1사이의 가중치값을 가지고 4분면으로 분포되어 있는 상황을 표현한 것이다.



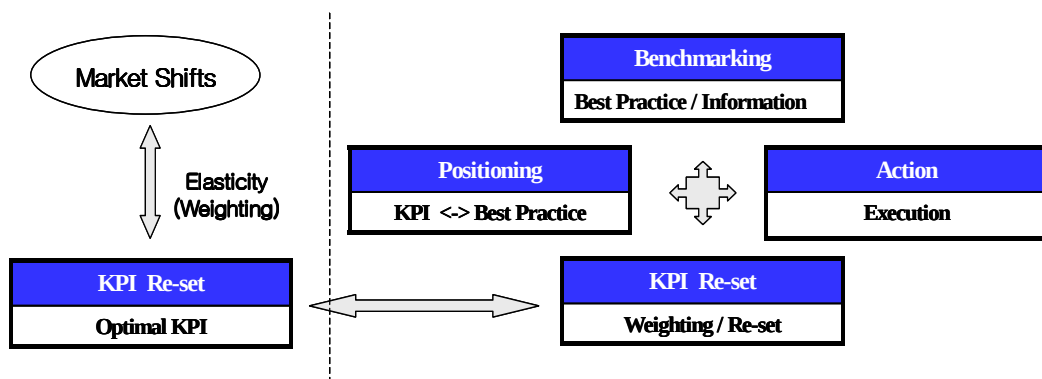
<그림 3-5> 수요 변동에 따른 KPI의 유동(탄력성) 가중치

3.5 공급 사슬의 평가를 통한 KPI 개선

공급사슬의 역량을 나타내는 핵심성과지표는 급변하는 기업 환경 및 수요, 그리고 공급사슬 구성원들간의 이해 관계를 바탕으로 끊임없이 변화한다고 생각할 수 있기 때문에 지속적인 관리 및 개선이 필요하다. (Bradley Hull, 2004)

아래 그림 3-6은 핵심성과지표(KPI)의 개선 과정에 있어, 벤치마킹을 통한 개선 사이클과 목표 KPI의 설정을 기본으로 수요 변동에 대응한 탄력적인 개선 과정을 동시에 고려한 상황을 나타내고 있다.

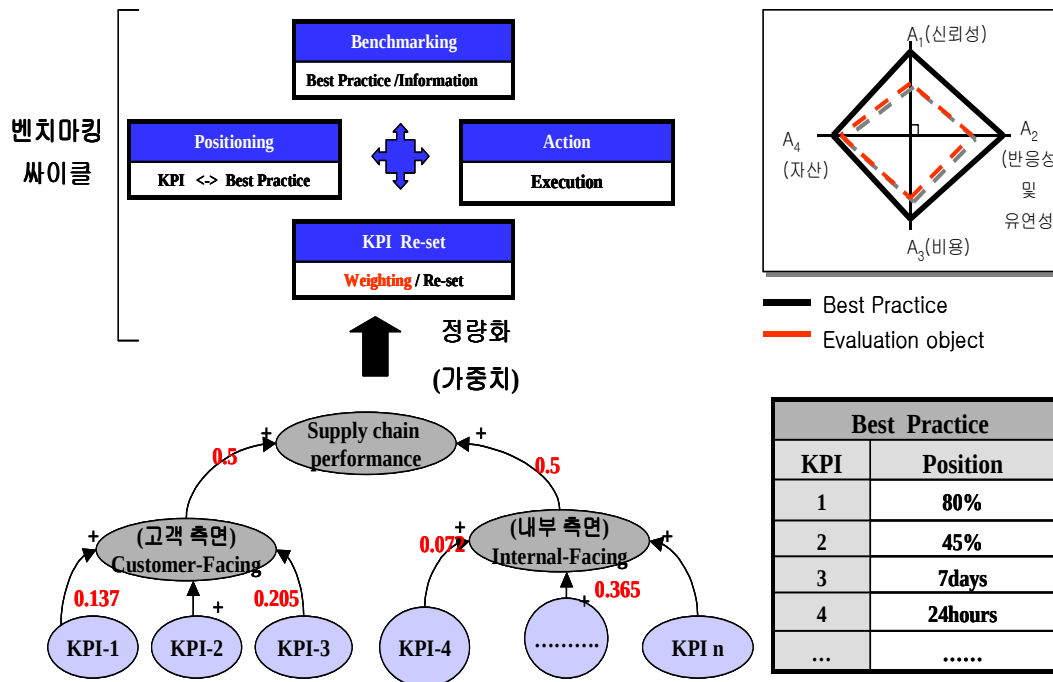
벤치마킹을 통한 개선 과정의 장점으로는, 전략적인 부분에서 최적인 상황(Best Practice)과의 비교 분석을 통해 자사의 미비점을 손쉽게 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 구체적인 행동계획 작성 실행 측면에 있어서도 유용하게 활용할 수 있다는 점이다. 다만, 기업 내부적으로 자가 진단의 어려움이 있으며, 실제적인 경쟁사의 핵심성과 역량을 파악하기가 곤란하다는 단점이 있다. 반면에, 수요의 변동 혹은 변동 확률에 따라 자체적인 목표 KPI를 설정하고 탄력성을 고려하는 KPI 개선 과정은 내부적으로 지속적인 모니터링을 통해 자가 진단이 용이한 점이 있으나, 전략적인 측면의 분석 및 실제적인 계획 수립에는 많은 단점을 가지고 있으므로, 본 연구에서는 두 가지 개선 과정을 동시에 고려하도록 한다.



<그림 3-6> 수요 변동 및 벤치마킹을 동시에 고려한 성과지표의 개선 사이클

본 연구에서는 그림 3-6에서 제시한 2가지 지표의 개선 과정 및 성과지표들의 특성을 감안하여, AHP 및 탄력성을 고려하여 정량화 된 성과지표들을 아래 그림

3-7과 같이 SCOR모델의 4가지 상위요소인 신뢰성, 반응성 및 유연성, 비용, 자산의 측면으로 분류한다. 다음으로, 목표 KPI에 대한 개선 및 업계 최고 수준인 타사의 성과지표들(Best Practice)과 비교를 통해 벤치마킹 하게 되며, 부족한 부분에 대해서는 개선 사이클을 통해 핵심성과지표들을 재설정(Re-set)하게 된다.



<그림 3-7> 모델 정량화 및 핵심성과지표의 벤치마킹 관계

3.6 KPI 모니터링을 통한 공급사슬 관리

본 논문에서는 핵심성과 지표의 모니터링을 위해, P.Suwignjo 등의 연구를 참고하여 아래 표 3-4와 같이, 공급사슬의 역량에 영향을 미치는 중요도별로 ABC 클래스로 분류를 한 후, AHP를 통한 1차 고정 가중치와 수요의 변동에 의해 탄력적으로 반응하는 특성을 감안한 2차 유동 가중치의 합으로 중요도 별 빈도 관리를 하게 된다.

즉, 핵심성과지표에 대한 고정 가중치와 변동하는 유동 가중치의 합이 큰 개체일수록 모니터링을 위한 빈도를 높게 가져가며, 3.5장에서 소개한 벤치마킹 및 개선 사이클, 목표 KPI를 통해 성과지표들을 재설정 하게 된다.

<표 3-4> 성과지표 모니터링을 위한 중요도별 ABC 분류

(ABC 분류)
<u>Factors into class A, B, C based on their effects on performance.</u>
Class A : greatest impact on performance contribute over 75%.
Class C : lowest effect on performance contribute over 5%.
Class B : the rest of the factors.

ABC 분류는 어떤 요인이 성과에 대해 미치는 영향력 정도에 따라 ABC 3계층으로 분류하고, 개체의 변동률에 따라 모니터링 횟수를 나누는 방식이다.

한편, 본 연구에서 1차 고정 가중치를 주는 이유는 공급사슬 관리자들이 기본적으로 인식하고 있는 중요 KPI, 즉 공급사슬 성과에 대해 미치는 영향력 정도가 큰 KPI를 ABC로 분류하는데 적합하며, 2차 탄력적 유동 가중치는 KPI의 변동률에 따라 모니터링 하는 빈도를 결정하는데 부합된다고 할 수 있다. 그 뿐만이 아니라, 유동 가중치 개념을 추가함으로 해서 수요변동에 따른 KPI관리, 그리고 과거 기준 데이터를 이용한 KPI 측정이 아닌 미래 KPI의 수준을 예측하고 목표를 설정할 수 있다는 이점이 있다.

<표 3-5> ABC 분류에 의한 성과지표의 빈도관리

		RATE OF CHANGE		
		Fast	Medium	Slow
IMPACT	A	Critical Continuously to Daily Monitoring	Intermediate 1 Daily to Weekly Monitoring	Intermediate 2 Weekly to Monthly Monitoring
	B	(KPI) AHP 1차 고정 가중치 + 탄력적 2차 유동 가중치	Intermediate 2 Weekly to Monthly Monitoring	Minor 1 Monthly to Quarterly Monitoring
	C	Intermediate 2 Weekly to Monthly Monitoring	Minor 1 Monthly to Quarterly Monitoring	Minor 2 Quarterly to Annually Monitoring

* 참고: P.Suwignjo, U.S Bititci, A.S Carrie(2000).

“Quantitative models for performance measurement system”, International journal of production economics.

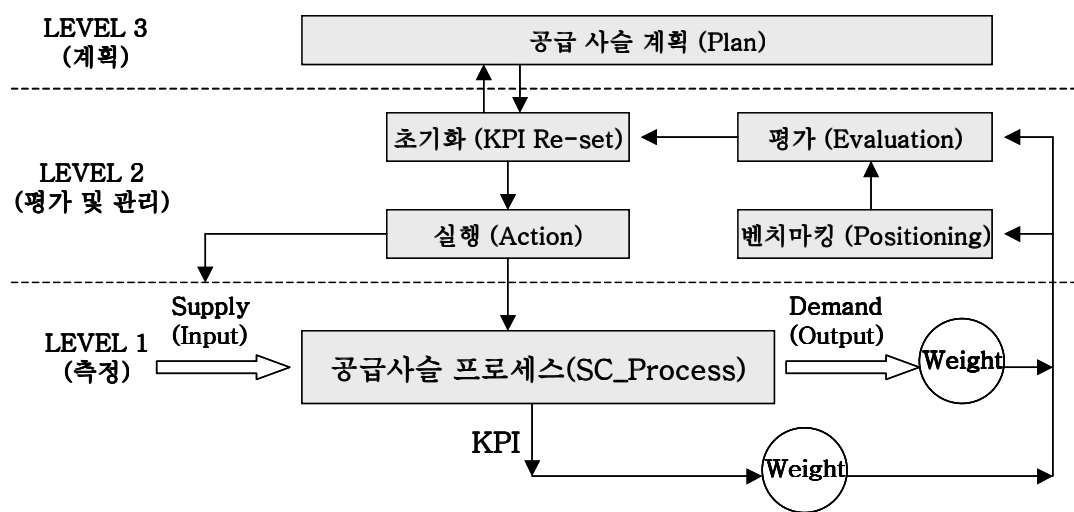
정량화 모델에서 각 지표의 고정 가중치 산출을 위해 AHP를 이용한 이유는, 표 3-4와 같이 요인들간 영향력 크기로 분류하는 ABC 방식과 이를 바탕으로 하는 모니터링 방식에 있어, 상하위 계층간 영향력 파악이 쉬운 AHP의 특성이 ABC분류에 적합하기 때문이다. 단, 표 3-4에서 제시된 ABC 분류 기준은 자사의 환경 및 특성에 맞게 관련 부처간 협의를 통해 재조정할 수 있을 것이다.

한편, 3.4.3장에서 구한 엔트로피 탄력성은 수요 및 KPI의 변동 확률 및 폭이 클수록 높은 엔트로피 가중치값, 다시말해 높은 탄력성을 지니게 되는데, 수요의 변동에 대해 높은 탄력성을 지닌다는 말은 수요의 변동시, 공급사슬상에서의 공급능력을 좌우하는 KPI가 민감한 반응을 나타내며, 이때의 역량이 이러한 수요의 변동을 충족시키지 못한다는 의미이다. 따라서, 공급사슬 관리자들이 중요시 여기는 KPI의 고정 가중치에, 이와 같이 높은 탄력성을 지니는 KPI에 대해서 높은 유동 가중치를 주어 균형상태의 목표 KPI로 근접할 수 있도록 하기 위해, 두 가중치의 합이 높은 개체들을 중심으로 우선순위별 빈도관리를 한다는 말이다.

결과적으로, 수요의 변동 혹은 미래의 수요 변동 상황에 따라 개별 KPI 지표들의 우선순위는 변화하기 때문에, 지표들에 대해서 탄력성을 가지는 유동 가중치를 반영할 필요가 있으며, 이와 같은 모니터링 방식은 공급사슬의 동적인 관리에 적합하리라고 판단된다.

3.7 공급사슬 관리 루프

본 연구에서 제시하는 정량화 모델을 통한 공급 사슬 관리의 전체적인 개념도는 아래 그림 3-8과 같다.



<그림 3-8> 공급사슬 관리 루프 개념도

본 논문에서는 공급사슬의 역량을 파악하기 위해 SCOR모델의 핵심성과지표 개념을 도입하고 산출하여, 공급사슬 관리자들이 기본적으로 인식하고 있는 중요 지표들에 대해 AHP로 고정 가중치를 주고, 수요의 변동에 따라 민감하게 반응을 보이는 지표들에 대해서는 재차 유동 가중치를 부여하여 정량화한다. 이와 같이 정량화된 성과지표들은 중요도별로 자체적인 모니터링 및 관리를 할 수 있을 뿐만 아니라, 동종 업계 타사와의 비교 및 벤치마킹을 통해 핵심성과지표들을 개선할 수 있는 루프를 제공하고 있다.

한편, 본 연구에서 제안한 모델의 특징은 다음과 같다. 먼저, 고정 및 유동 가중치와 같이 두 단계로 가중치를 줌으로써, 일반적으로 중요시 되는 핵심성과지표의 특성을 반영할 수 있을뿐만 아니라, 수요의 변동에 대해서도 성과지표를 동적으로 개선 및 관리할 수 있으리라 기대된다. 이와 더불어, 엔트로피 탄력성 개념을 이

용한 유동 가중치를 정의함으로써, 수요 예측과 더불어 미래의 목표 KPI 설정 및 관리에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

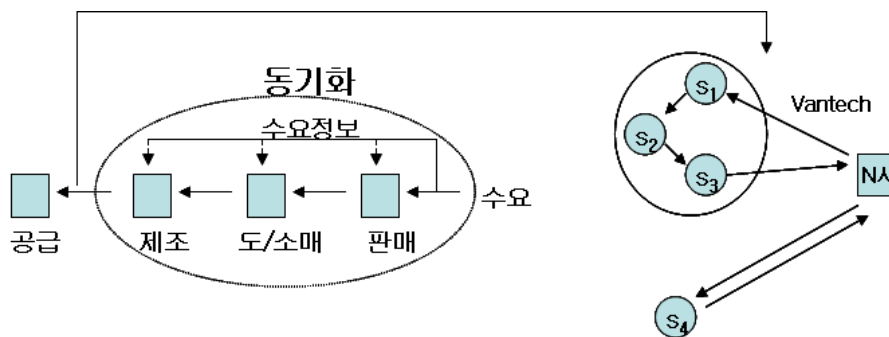
그림 3-8과 같이, 정량화 모델을 통한 공급사슬 관리의 전체 흐름을 순차적으로 정리하면 다음과 같다.

- ① 자사의 전체 공급 사슬 계획 및 목표를 설정한다.
- ② 자사의 목표 및 가치 실현에 부합되는 SCOR 모델의 핵심성과지표(KPI) 산출식을 세우거나, 자사의 환경 및 여건에 걸맞는 별도의 성과지표를 마련한다.
- ③ 관련 부처 및 관계자간 협의를 거쳐 마련된 성과지표의 점수표를 만들고, 목표 KPI를 설정한 다음, AHP로 각 지표에 대한 고정 가중치를 부여한다.
- ④ 성과지표를 통한 공급사슬의 역량 측정과 함께, 엔트로피 탄력성으로 시점 t 에서의 수요의 변동 혹은 확률로 향후 계획 시점 t' 에 대한 유동 가중치를 산출한다.
- ⑤ 산출된 가중치를 점수에 곱하여 전체적인 공급사슬의 역량(총점제 등)을 파악하고, 높은 가중치를 가지는 지표들에 대해서는 모니터링에 대한 빈도를 높게 가져가면서, 해당 지표가 균형점(목표 KPI 수준)에 도달할 수 있도록 재설정하며 관리한다. 단, 모니터링을 위한 중요도별 ABC 분류 기준은 자사에 맞게 재조정 할 수 있다.
- ⑥ 위 4번과 더불어, 자사의 공급사슬 성과를 동종업계 최고 수준인 타사와의 벤치마킹을 통해 현재 자사의 공급사슬 수준을 분석하고, 미비한 부분에 대해서는 원인 파악과 더불어 해당 지표를 재설정(Re-set)한다.
- ⑦ 개선된 성과지표를 실행하기위한 세부적인 행동 계획(Action)을 세운다.
- ⑧ 마련된 행동 계획 지침대로 수행하면서 성과지표에 대한 지속적인 모니터링을 해 나간다.

3.8 사례 연구를 통한 비교 분석

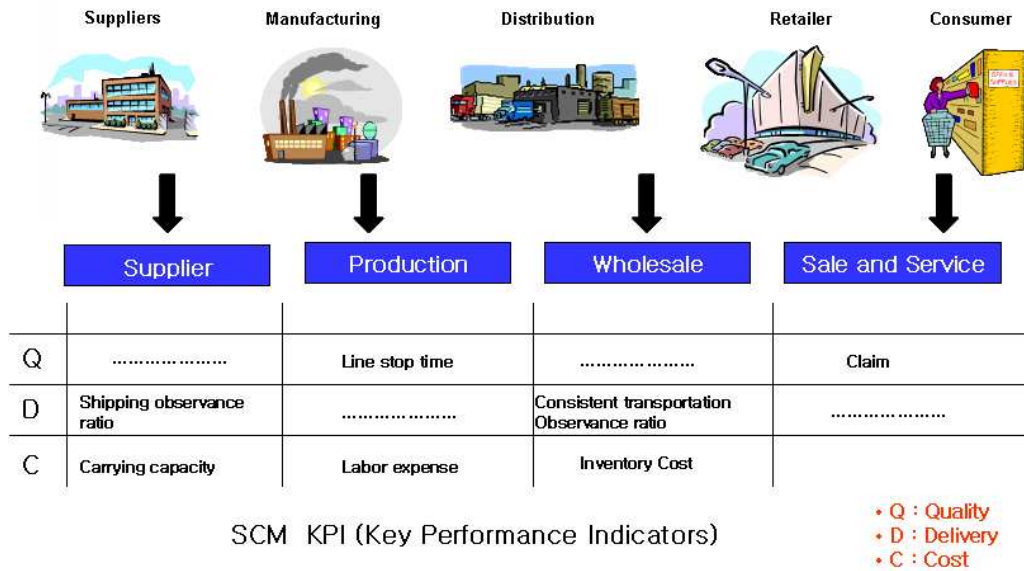
본 장에서는 일본 유수의 자동차 메이커 ‘N사’의 공급사슬 구조 및 공급사슬 측정과 관리방식 사례를 통해 N사의 공급사슬 측정 및 관리의 한계점을 제시하고, 제안한 정량화모델의 이점을 비교 분석하도록 한다.

일본 자동차 메이커 N사의 공급사슬에서 부품납입 및 생산에 이르는 상류단계의 현황을 살펴보면 다음과 같다. 우선, N사의 생산방식은 아래 그림 3-9와 같이, 동기화(同期化) 생산방식을 채택하고 있으며, 부품 공급은 전문 운송회사로 전량 위탁하여 공급업체까지 직접 가지러 간다. 부품 납입 방식은 최소의 부품재고 운영과 물류비용 절감을 위해서 부품의 특징 및 공급업체의 역량에 따라, 싱크로 모듈방식과 Daily-ACT순서 납입방식, 주간 납입방식, 그리고, 기탁관리방식 4가지가 있으며, 부품 납입지시는 3개월, 1개월, 주간, 1일단위로 하고, Daily-ACT순서 납입방식이 전체의 90%이상의 비중을 차지한다.



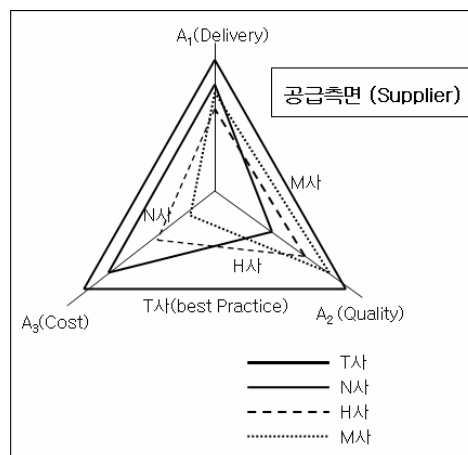
<그림 3-9> 일본 자동차 메이커 N사의 공급사슬 구조

한편, 일본 자동차 메이커 N사의 공급사슬 측정 및 관리방식을 간략히 살펴보면 다음과 같다. N사는 아래 그림 3-10과 같이 공급사슬을 공급(Supplier), 생산(Production), 도/소매(Wholesale), 판매 및 서비스(Sale and Service)의 4가지 단계로 나누고, 품질(Quality), 비용(Cost), 배송(Delivery)의 기능적인 측면에서 총 30가지 이상의 핵심성과지표(KPI)를 산출하여 벤치마킹을 위한 기준척도로 활용하고 있다.



<그림 3-10> 일본 자동차 메이커 'N'사의 핵심성과지표 예

한편, 도출된 핵심성과지표는 아래 그림 3-11과 같이, 품질(Q), 배송(D), 비용(C)을 기준으로 현지의 자동차업계 T사(Best Practice), H사, M사 등과의 비교 분석을 통해 자사의 강/약점을 파악하고 미비한 부분에 대해서는 보고서를 통해 원인 분석 및 보강, KPI의 재설정(Re-set)을 하게 된다.

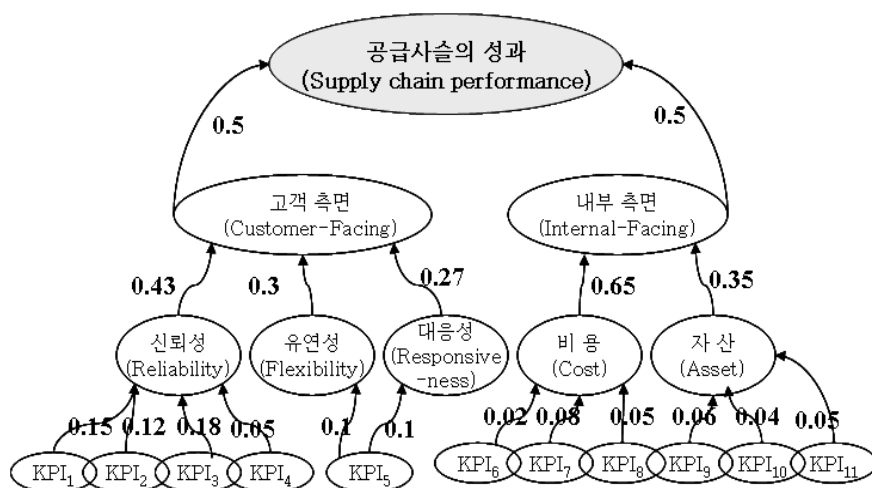


<그림 3-11> 벤치마킹을 위해 핵심성과지표를 활용한 비교 분석 예

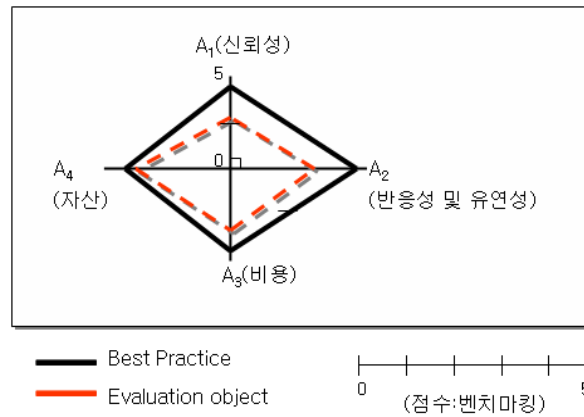
그러나, N사의 측정 및 관리방식은 핵심성과지표를 공급사슬의 단계별로 분류하여 실질적인 기능 측면의 접근을 통한 자가진단에는 용이하지만, 핵심성과지표들이 벤치마킹을 위한 기준척도로 활용될 뿐, 정량화되지 않아 전체적인 공급사슬의 성과를 한 눈에 파악하기 힘든 단점이 있다. 즉, 각 기업들이 처한 주위 여건은 고려되지 않은 채, 공통된 기준척도를 통한 단순 비교분석은 가능하나 자사의 여건에 부합되는 자체적인 성과 파악이 곤란하다. 게다가, 부품 조달을 전문 운송회사로 아웃소싱하여 이와 관련된 핵심성과지표의 지속적인 모니터링 등 직접적인 관리가 힘들다는 단점이 있으며, 동기화의 범위가 부품공급업체까지 포함되지 않기 때문에 부품공급-생산 단계에서 수요 정보 왜곡에 따른 채찍효과(Bullwhip Effect)가 발생하더라도 상황 파악 및 신속한 대응이 곤란한 측면도 있다.

반면, N사의 측정 및 관리 방식에 비해 제안한 정량화 모델을 이용하면 다음과 같은 이점이 있다.

첫째로, 벤치마킹을 통한 자사의 수준 및 가중치를 통해 전체적인 공급사슬의 성과를 총점수제와 같이 한 눈에 파악할 수 있는 기준척도로 표현이 가능하다. 아래 그림 3-12와 같이 1,2차 가중치가 주어지고, 그림 3-13과 같은 벤치마킹 평가치가 주어졌다고 하고, 5점 척도(Best Practice: 5점)로 점수 환산한다고 가정했을 때, 표 3-6과 같이 자사의 공급사슬 수준을 총점의 형태로 한눈에 파악할 수 있게 된다.



<그림 3-12> 1,2차 가중치로 정량화된 공급사슬의 예



<그림 3-13> 5점 척도를 기준으로 한 벤치마킹의 예

<표 3-6> 총점 형태로 정량화된 공급사슬의 예

공급사슬 성과 (Supply Chain Performance)				
	KPI		벤치마킹 점수(x_1)	가중치 점수(x_2)
고객 측면 (Customer-facing)	신뢰성	KPI-1 (약속기일인도율)	4(81.2%)/5(100%)	(0.5+ 0.15+ 0.4 3)*10=10.8(11) /14
		KPI-2	4/5	11/14
		KPI-3	3.5/5	11/16
		KPI-4	5/5	5/5
	유연성/반응성	KPI-5	3/5	12/20
내부 측면 (Internal-facing)	비 용	KPI-6	3/5	6/10
		KPI-7	3.5/5	12/17
		KPI-8	2/5	12/30
	자 산	KPI-9	4/5	9/11
		KPI-10	5/5	10/10
		KPI-11	2.5/5	5/10
		총 점	39.5/55	104/152

벤치마킹을 통한 평가(x_1)는 벤치마킹의 Best Practice(5점 만점)에 대한 자사의 수준을 5점 척도를 기준으로 점수화하게 되고, 가중치 점수(x_2)는 1,2차 가중치 산출법으로 구해진 가중치의 합에 일정수를 곱한 후, 정수화하여 산출할 수 있는

며 특정 KPI_n 의 가중치 점수 총점(y)은 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\text{벤치마킹 점수}(x_1) : \text{Best Practice}(5) = \text{가중치 점수}(x_2) : \text{가중치 총점}(y)$$

둘째로, 제안한 정량모델이 N사의 측정방식 및 기타 방법들과 차별화 되는 점은 탄력성을 바탕으로 한 중요도별 우선순위의 산정과 그에 따른 모니터링이라 할 수 있다.

N사의 3가지 핵심성과지표, 재고비용(KPI_1), 리드타임(KPI_2), 화물적재율(KPI_3)에 대해서, 수요 변동에 의해 수급상황이 변할 때, 화물적재율은 거의 변화가 없다고 봐도 무방한 반면, 리드타임이나 재고비용은 일정부분만큼 민감하게 변화가 있을 것이라 생각해 볼 수 있다. 따라서, 리드타임이나 재고비용의 탄력성이 높다고 가정한 후, 이러한 상황을 고려하여 임의의 데이터를 산출하고 엔트로피 가중치를 구해 보면 다음과 같다.

먼저, 시간의 흐름에 따른 관측수(m)는 $m=4$ 로 하고, $m=1\sim 2$ 사이의 수급균형 상태를 이루다가 $m=3$ 에서부터 수요가 변동하여 수급 상황이 수요 혹은 공급지배 상태로 바뀌면서 리드타임 및 재고비의 효율성은 저하되고 화물 적재율은 변동이 없다고 가정한다. 그리고, 시간의 흐름에 따라 관측된 재고비용(KPI_1), 리드타임(KPI_2), 화물적재율(KPI_3)의 단위를 Best Practice와의 벤치마킹을 통해 통일한 후, 아래 표 3-7과 같이 주어진 임의의 데이터를 이용하여 산출하기로 한다.

<표 3-7> 수급상황 변동에 따른 임의의 데이터

	m=1	m=2	m=3	m=4
KPI_1 (재고비)	80	80	60	50
KPI_2 (리드타임)	90	90	50	30
KPI_3 (화물적재율)	70	70	70	70

각 성과지표별로 산출된 엔트로피값(eni)은 $KPI_1=0.986$, $KPI_2=0.936$, $KPI_3=1$ 이며, 이를 엔트로피 유동가중치(KPI_e^*)로 환산하면 $KPI_1=0.179$, $KPI_2=0.82$, $KPI_3=0$ 이 되어, 수요 변동 즉, 수급상황의 변동에 따라 탄력적으로 반응하는 성과지표의 가중치가 높아지게 됨을 보여주고 있다.

여기서, N사의 경우와 같이 상류단계(부품공급-제조)를 외부 전문 운송회사로 위탁한 경우, 정보의 왜곡에 의한 채찍효과가 발생할 가능성이 높다. 이에, 동적인 공급사슬상에서의 모니터링 중요성을 알아보기 위해 탄력성이 큰 성과지표인 리드타임의 변동에 따른 채찍효과(Bullwhip effect)의 변동폭을 살펴보았다.

채찍효과(Bullwhip effect)란 공급사슬 하류의 고객 정보가 상류로 전달되면서 왜곡되는 현상을 말하며, 일반적으로 수요 예측 및 리드타임, 재고정책, 정보공유 부재, 등에 의해 발생하고 공급사슬의 효율성과 비용측면에 많은 영향을 끼친다.

F.Y.Chen(2000) 등은 공급사슬 구조에서 수요정보를 아래 식(6)과 같이 중앙집중화 할 때와, 식(7)처럼 분산화 할 때를 구분하여 공급사슬에서 수요정보에 대한 채찍효과와 변동폭을 정량화하였다.

$$BE_c = Var(Q^k) / Var(D) \geq \{ 2 \sum_{i=1}^{k-1} Li / N + 2 (\sum_{i=1}^{k-1} Li)^2 / N^2 \} \text{ ----- (6)}$$

$$BE_d = Var(Q^k) / Var(D) \geq \prod (1 + 2Li / N + 2Li^2 / N^2) \text{ ----- (7)}$$

(단, $i=1, 2, \dots, k-1$)

D : 하류(소매상)에서의 고객 수요

K : 공급사슬상의 구성부문 수

Q^k : k번째 단계의 주문량

D_i : i 와 $i+1$ 번째 단계간 리드타임

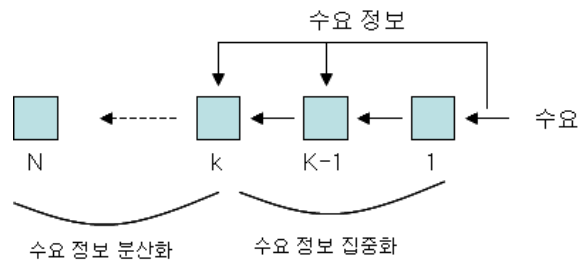
N : 수요 관측수

BE : 채찍효과 변동폭

위 식(6) 및 (7)에서, 공급사슬의 주문 변동폭은 수요정보가 집중화된 상황에서 리드타임의 합으로 증가하는 반면, 수요정보가 분산된 상황에서는 리드타임의 배로 증가함을 알 수 있다.

한편, N사는 아래 그림 3-14와 같이, 소매점(하류)에서 제조단계까지는 동기화(정보 집중), 상류단계(부품 공급-제조)는 비동기화(정보 분산, 직전 단계의 주문 정보만 이용)된 상태이다. 즉, N사는 차량 생산을 위한 부품공급 단계에서는 앞서

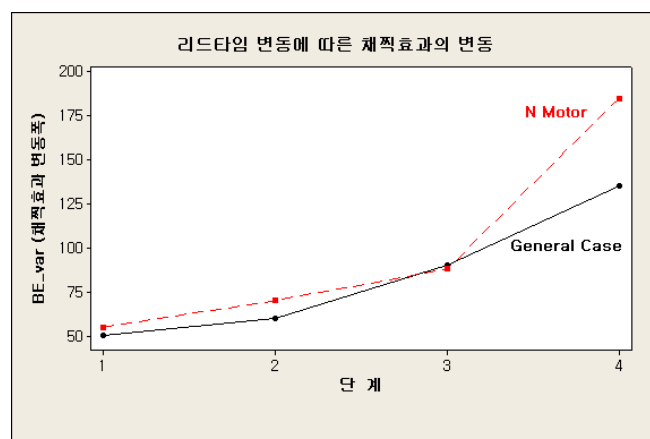
기술한 바 있는 4가지 납입방식을 통해서, 3개월, 1개월, 주간, 매일 납입 지시와 같은 직전 단계의 주문 정보만을 이용하는 형태라 할 수 있다.



<그림 3-14> N사의 정보공유 형태와 공급사슬 구조

따라서, N사의 정보공유 형태에 따른 공급사슬 구조는 위 식(6), (7)과 같은 집중화 및 분산화방식을 동시에 고려해야 하며, 이는 위의 그림 3-14의 경우처럼, N사는 수요정보가 분산(비동기화)된 단계(부품공급-제조)에서 채찍효과로 인해 주문 정보의 왜곡 현상이 큰 폭으로 증가하게 된다.

한편, 리드타임이 상류단계로 갈수록 길어진다고 가정하고 식(6), (7) 및 임의의 데이터를 이용 했을 때, 그에 따른 채찍효과와 변동폭을 살펴보면 일반적으로 아래 그림 3-15와 같은 형태를 가진다. 즉, 상류단계로 갈수록 완만하게 채찍효과가 증가되는 현상을 나타내는데 반해, N사는 3~4단계(부품공급-제조)에서 채찍효과가 증폭됨을 알 수 있다.



<그림 3-15> 리드타임 변동에 따른 채찍효과와 변동

따라서, 리드타임과 같이 가중치가 높은 핵심성과지표(KPI)는 공급사슬의 효율성과 비용 측면에서 직접적으로 많은 영향을 끼치게 되므로, 우선순위를 높게 책정하여 자주 모니터링하며 관리해야 한다.

본 장에서는 일본 자동차 메이커 N사의 실례를 통한 비교 분석으로 본 논문에서 제안한 모델의 우수성을 고찰해 보았으며, 이를 정리하면 다음과 같다.

일본 N사의 공급사슬 구조와 N사에서 실시하고 있는 공급사슬 측정 및 관리 방식을 동시에 고려하여 살펴보았다. 먼저, N사의 측정 관리방식을 살펴보면, N사는 공급사슬의 성과측정을 위해 공급사슬의 각 단계별로 핵심성과지표를 도출하였으며, 이를 바탕으로 벤치마킹을 위한 기준척도로 활용하고 있다. 그러나, 이러한 방식은 비정량화된 방식으로 전체 공급사슬 수준을 한눈에 파악하기가 곤란한 면이 있다. 이에 비해, 본 연구에서 제안한 정량화 모델은 가중치와 벤치마킹을 동시에 고려한 총점수제로 표현함으로써, 전체 공급사슬 수준을 한눈에 파악할 수 있음을 보여주었다.

이와 함께, N사의 공급사슬 구조를 살펴보면, 앞서 기술한 바와 같이 N사는 기본적으로 동기화 생산방식을 채택하고 있으나, 부품 공급-제조에 이르는 공급사슬의 상류단계가 비동기화 되어있으며, 부품공급을 외부 전문운송회사에 위탁하고 있다. 다시 말해서, N사는 지속적으로 핵심성과지표를 모니터링하는 방식이 아닌 데다가, 채적효과가 가장 큰 폭으로 나타나는 상류단계를 외부로 위탁함으로써 직접적인 관리가 곤란할뿐만 아니라, 채적효과에 대한 신속하고 효과적인 대응이 곤란한 측면이 있다. 따라서, 본 연구에서는 동적인 관리/모니터링의 중요성을 살펴보기 위해서 동적인 공급사슬상에서 탄력적인 가중치가 높은 리드타임과, 이의 변동에 따른 채적효과의 변동폭을 고찰하였다. 그 결과, 리드타임과 같은 핵심성과지표들은 공급사슬의 효율성과 채적효과 등에 많은 영향을 끼치게 됨을 알 수 있게 됨에 따라, 리드타임과 같은 핵심성과지표들은 높은 우선순위를 주어 지속적으로 모니터링 해 줄 필요가 있을 것으로 사료된다.

결론적으로 본 장에서는, 사례연구를 통한 비교분석으로 동적인 공급사슬의 상황에서 제안한 모델의 우수성, 즉 탄력적 가중치를 고려한 동적 모니터링 방식의 이점을 입증하였다.

4장. 결론 및 추후 과제

공급 사슬 관리란, “고객의 요구에 맞춰 상품을 효율적으로 공급”하기 위한 개념으로서, 이를 실현하기 위해 가장 중요한 변수가 되는 것이 수요의 불확실성이다.

일반적으로, 공급사슬 관리에 대한 어려움으로 크게 4가지 정도를 꼽을 수 있다. 첫 번째가 바로 수요 불확실성의 최소화 문제로서, 아무리 완벽한 수요 예측을 한 다하더라도 예기치 못한 변수에 의해 오차가 발생하기 마련이다. 또한, 공급사슬은 이론상 하나의 통합 객체로 간주된다고는 하나, 실제로는 여러 관련 구성원들의 이해관계가 상충되는 다단계 의사결정 과정을 거쳐야 하는 어려움이 있다. 그 외에도, 원료 조달에서부터 생산, 배송, 판매에 이르는 공급 리드타임 단축의 어려움과 생산 유연성의 한계를 들 수 있는데, 이 모든 문제들은 근본적으로 수요의 불확실성에 기인한다고 할 수 있다.

따라서, 효율적인 공급사슬의 측정 및 관리를 위해서는, 수요의 반응성과 운영의 효율성을 동시에 고려해야만 하며, 그 성능 척도가 되는 기준 및 관리 방식 또한 이러한 특성들을 잘 반영한 것이어야 한다.

하지만, 기능 및 전략적 측정 방식과 재무 회계적 방식과 같은 기존의 공급 사슬 측정 방법은 그 대상이 일정 부분으로 한정되어 상호 대비되는 문제점들이 존재할 뿐만 아니라, 무엇보다도 과거의 성과를 중심으로 공급사슬의 효율성을 측정하기 때문에 운영의 효율성 및 수요의 반응성을 동시에 고려할 수가 없는 문제점이 존재한다.

본 논문에서는, 공급사슬의 운영 효율성과 수요 반응성을 동시에 고려하기 위해, SCOR 모델의 핵심성과지표를 이용하여 공급 사슬의 운영 성과를 측정 및 산출하고, 각 KPI들이 가지는 중요도를 계층적 구조로 표현한 후, 수요 변동을 고려한 KPI의 탄력성 개념을 정의 및 도입함으로써 동적으로 공급 사슬을 측정 및 관리할 수 있는 모델을 제시하였다.

즉, 본 논문에서 제시하는 동적인 모델이란, 공급 사슬의 핵심 성과지표를 정량화하는데 있어서, 일반적으로 공급 사슬 관리자들이 공통 인식을 가지고 중요시하는 지표에 대해 1차적으로 AHP 고정 가중치를 주고, 수요의 변동에 따라 변화하는 지표에 대해서 2차적으로 엔트로피 탄력성 개념을 도입한 유동 가중치를 줌

으로서, 핵심성과지표를 통한 측정뿐만 아니라 공급사슬에 영향을 끼치는 중요 지표들의 우선순위별 빈도 관리 방식을 실현하고, 수요 예측과 더불어 미래의 최적 KPI 설정에도 유용하게 활용될 수 있으리라 생각한다.

게다가, 본 논문에서 제시한 동적인 정량화 모델은 점수제를 통한 수준 측정 및 벤치마킹을 동시에 고려한 공급사슬 관리를 가능하게 할 뿐만 아니라, 급변하는 수요의 변동에 대해 효율적으로 반응할 수 있는 효과가 있으리라 생각된다.

그러나, 본 연구에서는 연구 범위의 확대를 방지하고, 연구의 주된 흐름을 유지하기 위해 SCOR모델의 지표를 이용하였으나, 향후에는 기능 및 전략적 측면과 재무 회계적 측면을 동시에 고려할 수 있는 새로운 형태의 핵심성과지표의 개발이 필요하리라 생각된다. 아울러, SCOR모델의 핵심성과지표를 AHP를 이용해 계층적으로 구조화하는데 있어, 유연성, 효율성, 반응성, 자산, 비용으로 나열되는 상위 요소들간 세부적인 인과 관계의 복잡성이 고려되지 않았다. 예를 들면, BSC의 인과관계 개념을 도입하면 SCOR모델의 상하위 요인간 인과관계의 설정을 통해 중요도별 ABC 분류시, 요인간 복합 가중치도 고려할 수 있기 때문에 보다 현실적인 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

또한, KPI의 탄력성에서, 실제적인 환경에서 탄력성이란 제품의 유형(사치재, 필수재, 열등재 등) 및 시장의 형태(독과점 시장, 완전 경쟁시장 등)와 같은 여러 가지 환경에 의해 달라지는 복잡성이 있기 때문에 이를 고려할 필요가 있다.

덧붙여, 향후 연구에서는 지표 및 이를 응용한 스코어카드 개발을 비롯한, 세부적인 요소들간 인과관계 정의 및 실제적인 조사를 통한 검증 작업이 필요할 것으로 사료된다. 따라서, 이러한 부분들이 본 연구의 추후과제로 남아있다.

【 참고 문헌 】

- [1] 박연우, 이정희(2004), “SCM 성과 측정과 성공 요인에 관한 연구”, 2004년 한국 유통학회 동계 학술대회.
- [2] 이영해 외2(2004), “혼합형 제조물류 산업을 위한 RPM 개발”, 한양대 협업형 공급사슬에서의 BPMS Template 개발 중간 보고서.
- [3] 조민관(2004), “모멘텀 이론을 이용한 공급사슬 척도 개발.” 한양대 산업공학과.
- [4] 이성근, 윤민석, “AHP기법을 이용한 마케팅 의사결정”, 도서출판 석정.
- [5] 김상훈, 임석철, “물류체계에서의 활동기준원가의 활동원가군 설계 방법”
- [6] 이재관(1995), “의사결정과 경영과학”
- [7] Clemens Lohman 외2(2004), “Designing a performance measurement system: A case study”, European journal of operation research.
- [8] Pietro Romano(2003), “Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics process across supply chain networks”, Journal of purchasing and supply management.
- [9] Hai yang, Michael G.H.Bell(1996), “Traffic restraint, road pricing and network equilibrium”, Trnapi Res-B, Vol. 31. No4.
- [10] P.Suwignjo, U.S Bititci, A.S Carrie(2000), “Quantitative models for performance measurement system”, International journal of production

economics.

- [11] Robert S. Kaplan, David P. Norton(1996), "The balanced scorecard: Translating strategy into action", Harvard Business School.
- [12] June Dong 외2(2002), "A supply chain network equilibrium model with random demands", European journal of operation research.
- [13] Bradley Hull(2004), "The role of elasticity in supply chain performance", International journal of production economics.
- [14] Laura Meade, Joseph sarkis(1998), "Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process. Logistics and Transpn Rev, Vol. 34, No. 3
- [15] Supply chain council(2004), "Supply chain operations reference model: SCOR Version 6.1 Overview."
- [16] Ovitz Taylor Gates, "SCM Tool-kit"
- [17] Larry Lapide(2000), "What about measuring supply chain performance Massachusetts Institute of Technology.
- [18] Rohit Bhatnagar, Amrik S. Sohal(2004). "Supply chain competitiveness : measuring the impact of location factor, uncertainty and manufacturing practices.
- [19] Performance Measurement Group(2002), "Supply Chain Performance Scorecard"

- [20] F.Y.Chen 외3(2000), “Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead times, and information”, Management Science, Vol 46, no.3
- [21] グロービス・マネジメント・インスティテュート(2004), “MBAファイナンス”
- [22] グロービス・マネジメント・インスティテュート(2004), “MBA定量化分析と意思決定”
- [23] 郡司浩太郎 외2(1999), “SCM改革のための業績評価システム”、NRI
- [24] 森沢(2001), “バランス・スコアカードによる業績評価制度の改革”, NRI
- [25] 森沢, 黒崎(2003), “バランス・スコアカードを活用した経営管理システムの改革”. 野村総合研究所(NRI)
- [26] 新井富雄(2003), “企業の情報開示と株価”, 野村総合研究所(NRI)
- [27] NTTデータ経営研究所(2002), “ロジスティクス診断の概要”
- [28] 高木孝輔(2000), “SCMスコアカードの分類と汎用化”, 東京工業大学
- [29] 日本ロジスティクスシステム協会(JILS), “SCMロジスティクススコアカード”
- [30] 中小企業事業団(2000), “アパレル業の業務水準についての自己診断シート”
- [31] 流通システム開発センター(2001), “標準ECRスコアカード ー小売業と卸売業・メーカー間におけるECR進捗度チェックー”
- [32] NISSAN自動車-SCM本部, “SCM成果指標に関する中間報告書”

【 부 록 】

<부록 1> 의류 업계의 업무 수준 평가를 위한 자가 진단 시트

設問番号	SCMのアクションと評価の観点	Level記入欄
(1) SCMを推進する体制		
①	トップの関与	企業内におけるトップの関与 Level
②		社内改革推進組織の存在 Level
③		企業間との改革推進に関するコラボレーション Level
④	小売業とのコラボレーションのクオリティ	小売業との情報共有の状況 Level
⑤		小売業との取引契約の状況 Level
⑥	資材仕入先とのコラボレーションのクオリティ	資材仕入先との情報共有の状況 Level
⑦		資材仕入先との取引契約の状況 Level
⑧	生産工場等とのコラボレーションのクオリティ	生産工場等との情報共有の状況 Level
⑨		生産工場等との取引契約の状況 Level
(2) 経験に基づいた環境変化の予測		
①	需要予測の精度	Level
②	商品企画	Level
③	顧客満足度	Level
(3) 市場動向の細かい把握		
①	消費者動向の把握	対象商品 Level
②		対象店舗 Level
③		把握方法 Level
④		把握期間 Level
(4) 市場動向の伝達		
①	消費者動向の把握	情報伝達・共有の主体 Level
②		伝達のタイムラグ Level
(5) 供給活動の進捗の把握と伝達		
①	縫製工程の進捗状況の把握と伝達	観測・伝達頻度 Level
②		最小管理単位 Level
③	製袋在庫情報の把握と伝達	観測・伝達頻度 Level
④		最小管理単位 Level
⑤	物流・配送工程の進捗状況 (製品在庫の位置、数量)の把握と伝達	観測・伝達頻度 Level
⑥		最小管理単位 Level
⑦	生地・副資材生産進捗状況の把握	観測・伝達頻度 Level
⑧		最小管理単位 Level

* 자료: 일본 중소기업 종합 사업단, “의류 업계의 업무 수준 분석에 관한 자기 진단 시트: QR 등 정보화 촉진을 위하여”

<부록 2> 일본 유통시스템 개발센터의 표준 ECR 스코어카드 채점표

標準ECRスコアカード採点表				
小売業／卸売業・メーカー	スコア記入欄			スコアリング実施に当たり 本文中の注意点・コメント
	小売業 自己評価	卸売業・メーカー 自己評価	共同評価	
D. 需要動向管理				
D1 需要管理戦略及び実行能力				
(1) 戦略的方向性 ～消費者価値を表現するビジネスモデル				
(2) 戦略的方向性 ～カテゴリーマネジメント				
(3) 人事及び組織				
(4) 情報管理				
D2 品揃えの最適化				
(5) 品揃えの計画立案				
(6) 品揃えの実施				
(7) 品揃えの評価				
D3 販促活動の最適化				
(8) 販促活動の計画立案				
(9) 販促活動の実施				
(10) 販促活動の評価				
D4 新製品導入の最適化				
(11) 新製品導入の計画立案				
(12) 新製品導入の実施				
(13) 新製品導入の評価				
D5 消費者価値の創造				
(14) 消費者知識管理				
(15) 消費者にとっての問題解決策				
(16) 商品を消費者に届ける販路				
S. 供給管理				
S1 供給管理戦略及び実行能力				
(17) 戦略的方向性				
(18) 人事及び組織				
(19) 情報管理				
S2 的確に対応する補充(1)				
(20) 店舗発注の自動化				
(21) 連続補充				
(22) 物流手法				
S2 的確に対応する補充(2)				
(23) 配達の最適化				
(24) 効率的なユニット・ロード				
S3 需要に基づく供給の統合				
(25) 同期生産				
(26) サプライヤーとその業務プロセスの統合				
S4 オペレーションの信頼度				
(27) 店舗オペレーションの信頼度				
(28) 配送オペレーションの信頼度				
(29) 生産オペレーションの信頼度				
E. 実現可能技術				
E1 共通のデータ及び通信規格				
(30) 製品及びパレットのID				
(31) マスターデータの整合性				
(32) EDI (電子データ交換)				
(33) 電子通信規格				
E2 コスト/利益及び価値の測定				
(34) 活動基準原価計算(ABC)				
(35) 消費者価値測定				
I. 統合技術				
I1 協働計画立案				
(36) 協働計画立案				
I2 企業間(B to B)Eビジネス				
(37) 企業間(B to B)Eビジネス				

* 자료: 일본 유통 시스템 개발 센터, “효과적인 업무 개혁을 위한 표준 ECR 스코어카드: 소매업과 도매업/제조업간의 ECR 진척도 체크.”

<부록 3> SCM Logistics Scorecard

SCM로지스틱스스코어카드(Ver. 2 메가커뮤니케이션 2001/4/9)						
대項目	中項目	回答欄	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
1. 企業戦略と 組織・調達	(1) 企業戦略の明確さと 로지스틱스의位置付け		企業トップのSCMや 로지스틱스についての 戦略・方針がなく、 改善を担当する部署 もない	のストライク企業の 担当者はあるが、活 動は部外りで、トッ プの積極関与や領 導な戦略はない	トップ(担当役員)のも とに、로지스틱스의 改善活動はあるが、 全社的な推進までに は至っていない	明確な戦略のもとで トップ(専任・常務カ ス以上)が主導し、改 善が進みつつある
	(2) 取引先(サプライヤー)との 取引条件・明確さと情報 共有の程度		主要取引先と取引内 容の合意形成や情報 共有がなく、単独で決 定されている	主要取引先と、取引 内容の合意形成が 一部あるが、検討段 階のものもある	主要取引先とは、明 文化された合意はあ るが、互いにメリットを 受けるwin-winの態 みまでは至っていない	明文化された取引の 合意があり、一部は 情報共有に基づくwin -winを目指した連携 の取組みを始めている
	(3) 納入先(顧客)との取引 条件・明確さと情報共有 の程度		主要納入先と取引内 容の合意形成や情報 共有がなく、常に受発 の立寄りの意思決定 がなされている	主要納入先と、取引 内容の合意形成が 検討段階にある	主要納入先とは、明 文化された合意はある が、 互いにメリットを享受 する	明文化された取引の 合意があり、win-win の連携のための情報共 有は、顧客の主導の もとで進んでいる
	(4) 顧客満足度の測定と商品 その向上のための社内 体制		顧客の定義は明確に しているが、定期的 な満足度調査はなく、 クレームが ある	顧客の定義は明確に しているが、定期的 な満足度調査はなく、 クレーム等の顧客の 声の 重視もしていない	定期的に顧客満足度 調査を行っているが、 その対応については 営業任せになっている 社内連携は良い	定期的・定量的な顧 客満足度調査が行 われ、その向上のた めの社内連携部門 の連携が促されている
	(5) 人材育成とその評価 システム		顧客や全体最適の観 点での仕事の仕方に 必要な人材育成が ない	顧客や全体最適の観 点ではあるが、具体 的な人材育成が ない	人材育成や組織的 な能力を育成する プログラムがあり、実践 されている	レベル3のシナリオが 顧客や取引先を巻き 込んだものになって いる
2. 計画・実行力	(1) 資源(輸送手段)や在庫・ 前回のDPLに基づく最適化 戦略		手待ちの資源や前 回について問題意識や 戦略は特にもってい ない	問題を感じているが 具体的な見直しの前 提は出来ていない	自社の保有(工場・ロ ード)や輸送手段 の見直しに基づき最 適化を図る戦略をも ち込んでいる	レベル3のシナリオが 顧客や取引先を巻き 込んだものになって いる
	(2) 市場動向の把握と需 要予測の精度		営業の経験だけに任 せている	特定商品について み過去の売上数量を 参考にして、営業の 経験と需要予測を 行っている	主要商品については、 営業と関連部門を 巻き込んだ過去の数 値と市場動向を分析し た上で予測している	レベル3を徹底全体に 主要製品については AI/MLに頼り、また 営業予測のシステム が構築されている
	(3) SCMの計画(受注から 配庫まで)情報連携と調整 能力		在庫をもつことを前 提にして、販売、補充、 配達の計画が個別に なされ、連携してい ない	各計画が月レベルで 大体連携している	各計画が週レベルで 連携し、週内の調整 は個別になされている	各計画が週レベルで リンクさせながら連 動し、日々の計画で は日レベル連携した 調整が出来る
	(4) 在庫・運送情報管理(ト ラッキング情報)精度とそ の情報の共有		補充活動の進捗や在 庫情報のトラッキングは 特にやってなく、結果 の管理のみ	大抵日レベルの進捗 管理や月レベルでの在 庫管理を行っている	自社内であれば在庫 情報を含めてすべて の活動の進捗の日 レベルで追跡できる体 制にある	取引先の補充・在庫 情報を含めて、日・ 時間レベルの追跡が 出来る体制にある
	(5) プロセスの標準化・ 可視化の程度と体制		仕事の仕方の標準化 やユニコーンの活用も まだあまり出来てい ない、プロセスが可視 化されている活動が ない	大抵の仕事の仕方は 標準化されているが、 全体の仕事の流れは 必ずしも可視化され ていない	標準化やユニコーン の活用は十分とはい えないが、取引先との インフォメーション が可視化されている	インフォメーション を含めた仕事の流れ が標準化、可視化さ れ、自社の改善・改 善が行われている

* 자료: 일본 로지스틱스 시스템 협회, "SCM Logistics Scorecard"

<부록 4> 한국 유통물류 진흥원의 EC/SCM 스코어카드

EC/SCM Scorecard Version 1.0

초점 부문	평가항목(Concept)	가중치			*) 핵심 진보
		Internal Capabilities		Joint Capabilities	
		Retailer	Supplier		
D수요관리		600	600	600	
D1수요 전략 및 역량		150	150	150	
	전략적 방향- 소비자 가치 비즈니스 모델	50	50	50	A
	카테고리 관리	40	40	40	C
	인력 및 조직	30	30	30	C
	정보 관리	30	30	30	C
D2상품 구색 최적화		100	100	100	
	상품구색 계획	40	40	40	C
	상품구색 실행	30	30	30	C
	상품구색 평가	30	30	30	C
D3프로모션 활동 최적화		100	100	100	
	프로모션 활동 계획	40	40	40	C

* 자료: EAN Korea, “EC/SCM Scorecard”