



창조형 개발 설계 프로세스를 위한 Digital Engineering

발행인 _ 이성수 _ 건국대학교 기계설계학과 _ sslce@konkuk.ac.kr

1. 서론

4반세기에 걸쳐서 일본의 제품 만들기는 고기능, 고품질의 제품을 짧은 납기에 개발하여, 철저히 생산성을 올리고,싼 값으로 지속적으로 시장에 출시하고 있다. 효율 추구의 사고나 조직으로 세계 선진 공업국에 대하여 우위성을 확보하여 왔다. 70년대의 2회에 걸친 오일쇼크, 80년대의 엔고(円高), 버블 붕괴 후의 10여년에 걸친 심각한 경제침체 등, 여러 가지 경제 위기를 극복한 것도 이 제품 만들기의 진화에 의한 점이 크다고 할 수 있다.

그러나 대만, 한국은 말할 것도 없이, 가까운 장래에 예견되는 BRICs 제국의 눈에 띄는 공업화의 발전을 생각하면, 일본의 제품 만들기가 과거의 연장선상에서 지속적으로 성공할 것이라는 보장은 어디에도 없다. 또한, 지금부터는 지구규모에서의 지속 가능한 사회 실현이라고 하는 대명제 해결에 대하여 일본도 선진공업국의 일원으로서 리더 역할을 하도록 요구하고 있다.

냉백하게 일본의 효율 추구형의 제품 만들기는 다음의 세대에 상응하는 이념 형성과 패러다임 시프트가 요구되고 있다.

본 원고에서는 제품 만들기의 다음 패러다임으로서

일 창조에의 방향성을 나타냄과 동시에 그렇게 하기 위한 창조형 개발 설계 프로세스, 중요한 실현수단의 하나인 Digital Engineering(이하 DE)의 진화, 그것을 실현하기 위한 인재육성에 대해서도 방향성을 제시하려고 한다.

2. 다음의 패러다임을 일 창조(Smile Curve)로

일본의 제품 만들기를 가능하게 한 특징은 80년대에 미국에 의하여 연구되었다. “현장의 개선력”, “배려와 관심에 의한 팀워크”, “하나 위 클래스 의식”, “현장에의 권한 이양”, “큰 사무실에서의 정보공유”, “사장에서 사원까지 비전의 공유”, “종신고용제도” 등이지만, 요즘은 그런 특징은 조금씩 줄어들고 있다. 특히 버블 붕괴 후의 다시 일어서기에는 그것이야말로 사업의 계속인가 아닌가에 몰려서 세계적인 조류(BPR(Business Process Reengineering), 성과주의, 종적조직 등)을 표면적으로 도입하여 단기적인 이익의 확보나 효율 제일주의로 나아가다 모처럼 좋은 특징이나 기업풍토까지 잃어버린 예도 적지 않다.

또 비용을 너무 추구하다가 창조적 활동의 비중이 저하된 시대이기도 하다. 이것이 기우라면 좋지만, 요즘의 제품이나 기업의 품질 문제가 뉴스를 장식하

는 것도 이들의 특징이 흔들리고 있는 것과 전혀 무관하다고 볼 수 없다.

그러면 일본의 제품 만들기는 어떠한 방향을 지향하면 좋을 것인가. 가장 목표로 해야 할 것은 역시 지속 가능한 세계의 실현, 참으로 성숙한 사회실현일 것이다.

일본 기업이 세계에 자랑하여온 개발효율이나 생산효율의 추구, 제품의 코스트다운 추구가 과도한 효율화나 과도한 경쟁, 무의미한 소모전을 초래한다고 하면 지속 가능한 사회의 실현에 대한 심각한 역행을 일으킬 수도 있어, 여러 가지로 되돌아볼 필요도 있을 것이다.

나아가서는 사회나 고객에게 제공되는 가치는 제품 그 자체보다도 제품을 이용하는 서비스·지원 등을 포함하는 비즈니스 모델로 바뀌어가는 조류도 인식하여야 할 것이다.

그렇기 때문에 일본은 종래의 제품 만들기라고 하는 패러다임을 보다 세련된 패러다임으로 시프트 하

여갈 필요가 있다고 생각한다. 그것을 일 창조라고 부르려고 한다.

橫斷的 基幹 科學技術 研究 連合 團體(약칭:橫斷連合 <http://www.trafst.jp/data.html>)는 05년 11월 제1회 횡단연합 Conference『일 창조』를 선언하였다.

(<http://www.trafst.jp/archive/200511/appeal.pdf>)

거기에서 『일 창조』란 “제품의 모양만이 아니라 그 『기능』 및 그 기능을 『창조하는 프로세스』를 중시하여 체계화하는 것”이라고 정의 하고 있다. 필자는 횡단연합의 하부 위원회인 개발·설계 프로세스 공학기술조사연구위원회에 소속되어, 일본이 지향하여야 하는 일 창조(“만들기”를 “창조”로 바꾸어서)의 방향성이나 그것을 실현하기 위한 인재육성에 대하여 검토하고 있다.

필자들이 정의하는 일 창조란, “사회적 요청이나 제공가치를 이해하고 제품을 사용하는 것에 대한 서비스·지원을 포함하는 비즈니스 모델까지를 대상으로 하여 기획·개발하고, 사회에 가치를 제공할 것. 그것

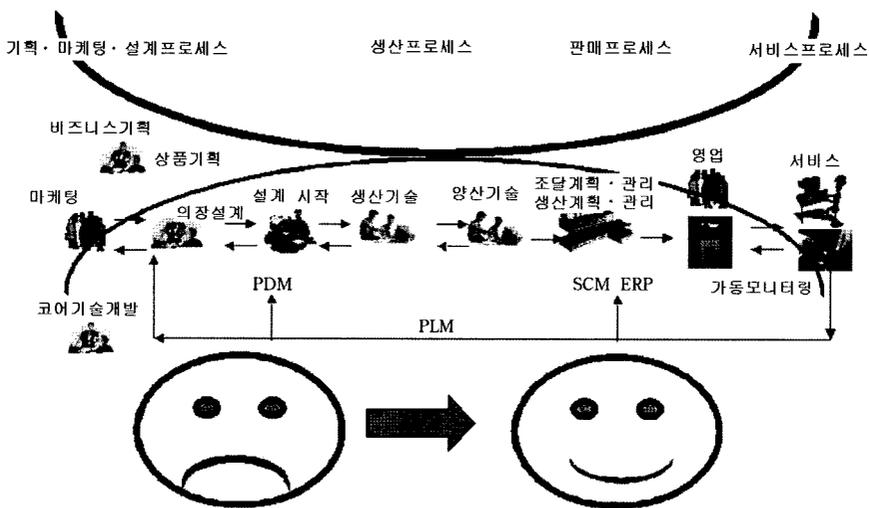


그림 1. 일 창조는 smile curve에의 패러다임 시프트

을 가능하게 하는 보다 창조적인 프로세스”이다. 제품 만들기에서 일 창조에의 패러다임 시프트를 알기 쉽게 설명하면 그림1에 나타내는 angry curve로부터 smile curve로의 시프트이다.

가로축은 마케팅·기획·개발·설계~판매, 서비스까지의 프로세스를 나타내고, 세로축은 부가가치를 나타내고 있지만 그림의 상부로 갈수록 부가가치가 높은 것을 의미하고 있다.

제품만들기(angry curve)는 기본적으로 프로세스의 중간 정도에 위치하는 생산기술력이 강하다. 한편, 일 창조(smile curve)는 그림 1의 왼쪽에 나타내는 위쪽의 마케팅·기획·개발의 프로세스와 오른쪽에 나타내는 아래쪽의 판매·서비스·지원의 프로세스를 강화하고, 이것들에 의한 부가가치를 높이는 것을 의미하고 있다.

예로서 iPod를 든다. Apple사에 제조부문을 없고, 부품의 대부분은 일본이 공급원이고, 조립은 중국이지만, 이들의 부가가치는 그다지 높지 않다. Apple사는 비즈니스 파트너나 Third Party에 대해서도 부가가치가 높은 전략적인 음악배신(音樂配信)이라고 하는 기획이나, 실제로 비즈니스 모델을 제공하고, 그것의 보호와 지속적인 이익획득에 성공하고 있다. smile curve형 기업 활동(일 창조)의 좋은 예일 것이다.

강조하고 싶은 것은 일본의 특징인 제품 만들기에서의 경쟁력(특히 생산기술력)의 우위성이 약해져도 좋다고 하는 것은 결코 아니다. 일본이 지향하는 일 창조관, 제품 만들기의 강점을 견지하면서, 그림1의 양측 프로세스 강화에 의한 부가가치 창출을 특징으로 하여야 할 것이다.

3. 일 창조를 지향하는 창조형 개발 설계 프로세스와 DE, IT 활동, 인재육성

제품 만들기의 개발설계 프로세스와 일 창조의 그것을 비교한다. 제품 만들기의 프로세스는 설계 확정 후, 생산설비·생산·조립·검사 까지 기본적으로 업무내용, 순서가 결정되어 있는(구조화 되어 있는) 정형적

인 업무이다. 한편, 일 창조의 smile curve 양단에 해당하는 프로세스는 대부분 구조화하기 어려운 비정형 업무이고, 정보 연계의 폭도 아주 넓다. 일 창조에서 성공하기 위한 열쇠인 위쪽의 마케팅, 비즈니스 모델 기획, 설계와 아래쪽의 새로운 비즈니스 모델에 의한 고객 획득의 방법, 유지·확대하여 가기 위한 서비스나 지원에 있어서는 기존의 제품 사양, 지식, 지혜의 단순한 유용으로는 좋은 결과를 얻을 수 없다. 예를 들면, 위에서 내려다보는 견해에 의한 사회적 가치의 분석·이해·기획을 하기 위하여 사회학적인 접근도 필요하다.

그런 의미에서 일 창조는 제품 만들기과 비교하여 보다 창조형 개발 설계 프로세스가 필요하다.

그러나 일본이 그러한 일 창조로 시프트하기 위해서는 저해 요인이 존재하고 있다고 느끼고 있다. 90년대에 일본의 기업은 개발설계 프로세스를 크게 변혁시켰다. 그것은 세계 불황 중에 요구되어진 여러 가지 세계적인 조류에의 대응이기도 하였지만, 가장 큰 변혁은 종래, 비교적 untouchable 하였던 위쪽 프로세스(기획이나 설계 등)에도 철저한 효율화, 고정비 삭감 등을 강요한 것이다. 구체적으로 열거하면 업무의 구조를 concurrent하게 한 것, IT에 의한 정보공유의 장치를 구축한 것, 3D 설계, HDL 설계 등 새로운 설계 수법을 도입한 것, DE와 그 활용으로 프로세스 사이의 효율을 추구한 것, 품질공학 등의 수법을 적극적으로 도입한 것 등이다.

어떤 의미에서 이것은 필연의 진화이다. 그러나 현실은 기업으로서 승자쪽에 남기 위하여 치열한 경쟁을 하지 않으면 안 되어 코스트나 상품화 납기 반감 이하 등 drastic 한 이익, 효율 추구 활동을 지속적으로 하여 온 결과, 기획으로서 피폐감이 축적되어 온 시대이기도 하고, 개발·설계 프로세스에 있어서는 아래에 든 창조적인 상품화에 대한 과제(저해요인)가 현저해지고 있다.

· 대폭적인 상품화 납기 단축과 인원 억제에 의한 여

유의 상실

- 시작(試作)횟수와 평가검증의 삭감(시뮬레이션 이행)
 - 설계 · 평가의 외주화에 의한 노하우의 내부유보 희박화
 - 분야별 종적구조, 인재의 고정화로 좁은 지식밖에 습득하지 못하는 설계자의 증가
 - 제품전체나 제품의 목적을 이야기할 수 있는 설계자의 감소
 - 코스트다운 추구에 의한 본질설계나 창조성 발휘의 기회 감소
 - 제조 현장의 해외 이전에 의한 국내 기술자 축적의 희박화
 - 새로운 설계수법 · 기법의 도입에 의한 부담증가
 - DE의 사용법이 기능검증 시뮬레이션 레벨에 도달하지 못함(Tool로서의 완성도도 과제이지만)
- 이들의 과제를 바로 해결하는 것은 곤란하지만, 해결하지 않으면 일 창조에의 패러다임으로는 변할 수 없다.

그렇게 하기 위하여 해야 할 일은 많이 있지만, 본 기사에서는 DE, IT 활용, 인재육성이라고 하는 관점에서 이후의 방향성에 대하여 다룬다.

우선, 기업에 있어서 현시점에서의 DE의 평균적인 활용영역을 그림 2에 나타낸다. (그림 중 DE의 활용영역을 타원으로 나타낸다). 지면 관계상 상세하게는 다루지 못하지만, DE의 효과를 나열하면 데이터 정의의 정확성에 의한 평범한 미스의 삭감, 정보의 유용이나 재이용에 의한 설계의 효율화(평이화), 설계 내용의 가시화에 의한 문제의 조기 현저화, 정보의 집적성 활용(설계 데이터를 형 데이터로 활용할 수 있는 것 등)에 의한 효율화 등을 들 수 있다. 어느 기업에도 최근 10년에 걸친 DE의 도입에 노력하여 온 결과, 3D CAD, Simulation Tool 등이 설계의 도구로서 큰 효과를 내게 되었다. 그러나 코스트다운 설계나 유용설계 등의 합리화 설계에는 충분히 사용되고 있으나 사양을 포함하여 새로운 제품을 구상 단계에서부터 창조적으로 사용하고 있는 기업은 적을 것이다.

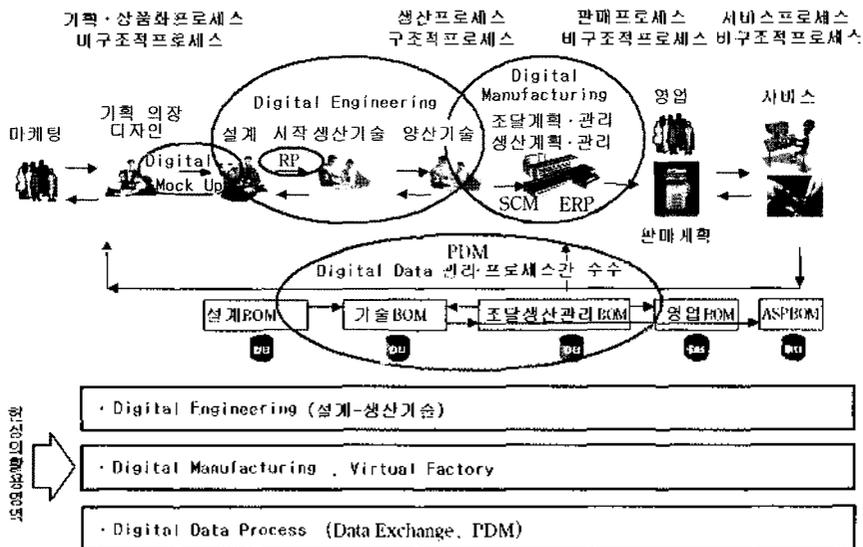


그림 2. digital engineering의 활용영역

이들을 포함하여 이후의 DE 전개의 방향성을 기술한다. 설계란, 공학적 견지에 근거하여 제품의 사용 목적을 기획하고, 사양을 결정하고, 사양에 따라서 기능하는 구상을 하고, 구성요소로 분해하여 설계한다. 다음에 반대로 이들 상호간의 구성요소(기구, 전기, 소프트웨어)가 조합될 때에 제품 전체로서 기능하는지를 데이터나 시제품, 양산기계에서부터 검증하는 일련의 프로세스이다. 당연하지만, 제품이 경제적으로 잘 맞도록 제조할 수 있는 것을 고려한다. 경제적인 내구성과 같은 품질의 검증을 한다. 조립성·분해성·환경성·존법성 등의 검증을 하는 것도 설계의 중요한 행위이다. 이들 설계 활동에 대하여 DE가 cover 하고 있는 영역은 유감스럽지만 아직 좁다. 예를 들면, mechanism 영역에 있어서는 구성요소 단위의 기능검정이나 구성요소 간을 조립할 때의 간섭·조립성 검증 등은 넓고 높은 레벨에서 적용되어 있지만, 더욱 본질적인 설계인 내구성 검증, 제품의 시스템으로서의 거동이나 동작 검증에 대해서는 모델화의 복잡함, 이론과 툴 기술의 융합이 진화 도상에 있는 제약도 있어서, 충분한 레벨에 있다고는 할 수 없다. 설계나 시작·평가의 외주화, 제조의 해외 이관에 의하여 설계 현장과 제품 만들기와의 현장에 거리가 생기고 있는 것도 사실이다. 따라서 장난으로 시작 삭감 등을 요구하지 말고, 원리·원칙·현물(적합하고 명확한 simulation model+실기)에 의한 평가 검증의 구조를 확립하고, 노하우를 확실하게 내부 유보 하여 가능 것이 중요하다.

또, mechanism(hard), soft의 협조설계·검증 Tool에 의한 추상도가 높은 방향에서의 설계 approach도 설계의 본질적인 방법론으로서 이후의 포인트가 될 것으로 생각한다.

나아가 일 창조에 대응된 창조형 개발 설계 프로세스의 이점으로서 제품설계를 대상으로 하는 것만이 아니고, 제품이 사용되는 비즈니스 모델의 기획, 설계를 포함하여 고려할 필요가 있다. 그 approach를 지탱하는 수단은 이미 현재의 DE 범위를 넘어서, 개념적

으로는 PLM(Product Life-cycle Management)에 가깝다. 그러나 현재의 PLM은 제품설계, 생산기술, 조달, 제조, 판매의 구성정보 등 구조적으로 규정된 정보를 프로세스 사이에 공유화 하여 효율을 올리는 것이 기본이어서, 적어도 창조형의 프로세스를 지원하는 구조라고는 말하기 곤란하다. 창조형의 구조를 지원하기 위하여 해야 할 최초의 step은 각 프로세스나 프로세스 사이에 필요한 정보(시장동향, 기술동향, 제품의 사양, 설계 의도, 코스트, 노하우, 실패 예, 클레임 등)을 가시화 하는 것이다. 다음의 step은 그것을 『지식』이나 『지혜』로서 활용하는 장치를 만드는 것이다. 현재의 제품 만들기는 제품을 만들어 내는 것에 주체가 놓여있지만, 일 창조는 팔린 제품이 비즈니스 모델 위에서 어떻게 사용되고 있는가를 상황 파악하는 것도 중요하다. 그러기 위하여 제품의 상황을 모니터링 하여 제품 비즈니스의 일환으로 서비스나 유지 보수에 이 어지도록 하는 것이나 모니터링 한 사용 방법, 품질상황 등을 분석하여 다음의 기획이나 설계에 이어지도록 하는 것도 유용할 것이다. 강조하고 싶은 것은 현상의 제품 만들기가 제품을 만들어 내는 데까지를 프로세스의 전제로 하고 있으면 의식적으로도 구조적으로도 창조형이 되기 곤란하다.

최후에 창조형 개발 설계 프로세스나 일 창조를 지탱하는 인재육성의 방향을 나타낸다.

DE나 IT는 수단이고, 중요한 것은 그것을 사용하는 인간이다. Synthesis적인 approach가 가능한 인재육성은 이공계 대학교육에서 필요하다. 예를 들면, 구체적으로는 기계, 전기, 소프트웨어 같은 영역 횡단적인 기초지식이나 기계와 전기의 기능소자, 기구계·회로계의 아날로지 등의 지식이 갖는 교육이다. 당연하지만, 초등교육, 중등교육으로부터의 이과·수학에의 흥미, 기초학력을 어떻게 갖추게 할 것인가도 매우 중요하다. 일본에서는 젊은 사람들의 이공계 이탈이나 중등교육에 engineer적 발상의 curriculum이 없다. 대학교육에 있어서 기초학력이나 일반교양을 이수하는 기회가 줄

어들과 있는(점점 더 전문가 양성의 경향이다) 등의 과제가 있어, 국가와 대학과 산업체가 연계하여 전략적으로 어떻게 하는 것이 좋은지를 진지하게 고려할 필요가 있다.

engineer는 고도의 기술에 대응하기 위하여 더욱더 좁은 영역의 전문가로서 육성되는 경향이다. 그러나 앞으로는 항상 사회적으로나 고객에게의 제공가치, 그 제품의 목적, 사용되는 비즈니스모델 까지 고려할 수 있는 인재의 육성이 급선무이다.

골똘히 생각해보면 Serendipity(폭넓게 흥미를 갖고, 지식을 갖고 있다면, 구하고 있는 것에 가까운 정보에 접했을 때에 우연처럼 즉흥적인 발상이 가능한 능력)를 어릴 때부터 획득할 수 있는 교육이 가장 효과적이라고 생각한다.

4. 결론

일본의 제품 만들기는 훌륭하게 세계를 리드하여 왔

다. 앞으로는 진실로 성숙된 사회를 만들기 위한 이념을 세계로 발신하고, 공헌하여 리드하는 것도 일본의 책임이다.

일 창조는 결코 종래의 효율화만을 추구하는 것도 아니고, 일본의 제조업만이 살아남으면 된다고 하는 생각도 아니다. 産學으로서 다음 action의 하나로 펼쳐나갈 필요가 있는 원대한 테마로 생각한다면 다행이다.



<<일본정밀공학회지, Vol.72, No.12, 2006>>

본 기사는 전국대학교의 이성수 편집위원이 “일본정밀공학회지” 2006년 12월호 pp.1457-1460을 번역한 것으로 일본정밀공학회지의 연락처는 다음과 같다.

주소 : 우)102-0073 東京都千代田區 九段 北 1-5-9
(九段誠和Building 2F)

Tel : +81-3-5226-5191

Fax : +81-3-5226-5192

URL : <http://www.jspe.or.jp/>