친환경 제품 개발 방법 및 전략 조사

김성호, 이지형, 이승훈, *연영희, **Batbileg Tsolmonbaatar, 유희천*)
포항공과대학교 산업경영공학과, *포항공과대학교 기술경영대학원과정, **포항공과대학교 화학공학과

A Survey of Eco Product Development Methods and Strategies

Sungho Kim, Jihyung Lee, Seunghoon Lee, *Younghee Yeon,
**Batbileg Tsolmonbaatar, and HeecheonYou
Department of Industrial and Management Engineering, Pohang University of Science and Technology
*Graduate Program for Technology & Innovation Management, Pohang University of Science and Technology
**Department of Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology

Abstract

Since eco products need to be developed to better satisfy environmental regulations and customers' concerns with environmentally friendly products, efforts are needed to establish better eco product development methods and strategies. The present study surveyed methods and strategies of eco product development through literature review and organized them based on the ISO TR 14062 eco product development process. The selected 20 papers (6 methods; 12 strategies; 2 methods and strategies) can be applied to each stage of the TR 14062 eco product development process as follows: 14 papers related to planning stage, 3 papers related to conceptual design stage, and 6 papers related to detailed design stage. The eco product development methods and strategies surveyed in this study can be used to identify considerations at each stage of eco product development process and analyzing features of products effectively.

Key words: eco products development process, method, strategy

요약문

국제 환경규제 강화와 제품 친환경성에 대한 소비자들의 인식이 높아짐에 따라 친환경 제품 개발에 대한 중요성이 증대되고 있으나, 체계적인 친환경 제품 개발을 위해서는 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계에 적용 및 통합될 수 있는 친환경 제품 개발 방법 및 전략에 대한 조사가 필요하다. 본 연구는 연관 keyword(예: eco product design process, life cycle assessment)를 통해 검색된 친환경 제품 개발 방법 및 전략 관련 논문들 중 관련성이 높은 논문 20건(방법: 6건, 전략; 12

*) 연락저자: 유희천 교수, 790-784 경상북도 포항시 남구 청암로 77 포항공과대학교 산업경영공학과, Fax: 054-279-2820, E-mail: hcyou@postech.ac.kr

건, 방법 및 전략: 2건)을 선별하였고, 선별된 논문들의 핵심내용을 파악하여 ISO TR 14062(2002)에서 제시된 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계별로 적용 및 통합(planning 단계: 14건, conceptual design 단계: 3건, detailed design 단계: 6건)하였다. 본 연구에서 조사된 친환경 제품 개발 방법 및 전략들은 기업과 개발자들이 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계별 고려사항을 쉽게 파악하고, 제품의 특성에 따라 선택적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 친환경 제품 개발 과정, 방법, 전략

1. 서론

국제 환경규제 강화와 제품 친환경성에 대한 소비자들의 관심 증대는 기업이 지속 가능한 성장을 위한 차별화된 친환경 제품을 개발하도록 요구하고 있다. 국제 환경규제는 제품의 전과정(예: 생산, 사용, 폐기)에 대한 환경성 관리를 주요 내용으로 하는 생산자 책임 원칙으로 강화되고 있다(1). 특히, 유럽연합(EU)은 친환경설계의무지침(Eco-design of energy using products, EuP)을 시행하여 에코디자인이 적용되지 않은 제품의 시장 진입을 금지하고 있다(2). 또한, 급속한 경제성장으로 인한 환경오염 문제가 사회적 문제로 확대됨에 따라 친환경 제품에 대한 소비자들의 인식이 높아지고 있다(3). 따라서, 기업은 친환경 제품 개발을 통해 경제적 성장과 환경 보호의 목적을 동시에 달성함으로써 지속 가능한 성장 구조를 구축해야 될 필요가 있다.

친환경 제품 개발을 위해 국제 표준화 기구(ISO)는 환경적 요소를 제품 개발 과정의 각 단계에서 통합적으로 고려하여 환경적으로 우수한 제품을 개발할 수 있는 프로세스를 제안하였다. ISO TR 14062(2002)의 친환경 제품 개발 프로세스는 planning, conceptual design, detail design, testing/prototype, market launch, 그리고 product review의 여섯 단계로 구성된다(4). 첫째, planning 단계는 환경적 요소를 고려하여 제품 개발 아이디어를 개발하는 단계이다. 둘째, conceptual design 단계는 제품 개발 아이디어를 기반으로 제품의 환경적 요구조건을 결정하는 단계이다. 셋째, detailed design 단계는 제품 생산 이전에 이해관계자들(예: 제품 디자이너, 기술 엔지니어, 마케팅 담당자, 서비스 공급자)의 토의를 통해 환경성을 고려하여 제품 규격을 구체화하는 단계이다. 넷째, testing/prototype 단계는 구체화된 제품 규격의 환경적 적절성을 평가하는 단계이다. 다섯째, market launch 단계는 소비자가 제품을 구매할 수 있도록 시장에 출시하고 친환경 마케팅을 수행하는 단계이다. 마지막으로, product review 단계는 market launch 이후에 제품의 친환경성에 대한 소비자의 feedback을 수집 및 반영하는 단계이다.

친환경 제품 개발 프로세스를 체계적으로 수행하기 위해서는 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계에 적용 및 통합될 수 있는 친환경 제품 개발 방법 및 전략에 대한 조사가 필요하다. 친환경 제품 개발 방법의 예로, 전과정평가(LCA)는 환경영향을 평가하는 대표적 방법 중 하나로 제품의 원료 채취 단계에서부터 부품과 제품의 제조, 제품 포장 및 수송, 사용, 그리고 폐기/재활용 단계까지 각 단계의 환경영향을 적절한 지표(예: Kg·CO2-eq)를 사용하여 정량적으로 평가하는 방법이다(5). 또한, 친환경 제품 개발 전략의 예로, Umeda et al. (2012)은 친환경 제품 개발과 관련된 제품의 특성, 이해관계자, 마케팅 방법 등의 다양한 요소가 고려될 수 있는 framework를 전략으로 제안하고

있다. 최근 제시되고 있는 다양한 친환경 제품 개발 방법 및 전략들은 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계별 적용을 통해 효과적으로 활용될 수 있다.

본 연구는 친환경 제품 개발에 활용될 수 있는 방법 및 전략과 관련된 문헌을 조사하고 친환경 제품 개발 프로세스에 적용 및 통합하였다. 친환경 제품 개발 방법 및 전략을 다룬 논문들은 연관 keyword를 선정하여 논문 검색 사이트를 통해 검색되고 관련성이 높은 논문들이 선별되었다. 조사된 논문들은 핵심내용을 파악하여 ISO TR 14062(2002)에서 제시된 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계별로 적용 및 통합되었다.

2. 방법

본 연구는 친환경 제품 개발 방법 및 전략을 조사하고 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계에 적용하기 위해 (S1) 친환경 제품 개발 방법 및 전략 관련 keyword 선정, (S2) 유관 논문 검색 및 선별, 그리고 (S3) 친환경 제품 개발 프로세스 적용 및 통합의 3단계 절차를 통해 수행되었다. 첫 번째 단계에서는 친환경 제품 개발 프로세스 관련 방법 및 전략과 관련하여 eco product design process, life cycle assessment, sustainability, new product development, innovation, 그리고 strategy가 연관 keyword로 선정되었다. 두 번째 단계에서는 선정된 keyword 들을 활용하여 논문 검색 사이트인 Sciverse를 통해 친환경 제품 개발 프로세스 유관 논문 600여건이 검색되었다. 검색된 논문은 친환경 제품 개발 프로세스 관련 여부를 title screening을 통해 1차 선별(198건), abstract screening을 통해 2차 선별(74건)되었고, 관련성 정도에 따라 상·중·하로 분류하여 상과 중에 속하는 20건의 논문이 최종적으로 선정되었다(Table 1). 마지막 단계에서는 최종 선정된 20건의 논문을 review하여 친환경 제품 개발 프로세스에 활용될 수 있는 방법과 전략들이 파악되었고, ISO TR 14062(2002)의 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계별로 적용 및 통합되었다.

Table 1. Eco product design process related papers

No	Category	Authors (year)	Title	Journal, Vol., Pages
1	Method	Bocken et al. (2012)	Development of a tool for rapidly assessing the implementation difficulty and emissions benefits of innovations	Technovation, 32(1), pp.19-31
2	Method	Chu et al. (2012)	A concurrent approach to reducing environmental impact of product development at the system design stage	IEEE Transactions on Automation Science& Engineering, 9(3), pp.482-495
3	Method	Yeh et al. (2011)	Integration of four-phase QFD and TRIZ in product R&D: A notebook case study	Research in Engineering Design, 22(3), pp.125-141
4	Method	Gehin et al. (2009)	Integrated design of product lifecycles: The fridge case study	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 1(4), pp.214-220

5	Method	Dufulou et al. (2008)	Efficiency and feasibility of product disassembly: A case-based study	CIRP Annals-Manufacturing Technology, 57(2), pp.583-600
6	Method	Parlikad & McFarlane (2007)	RFID-based product information in end-of-life decision making	Control Engineering Practice, 15(11), pp.1348-1363
7	Strategy	Driessen et al. (2013)	Green new product development: The pivotal role of product greenness	IEEE Transactions on Engineering Management, 60(2), pp.315-326
8	Strategy	Piekarski et al. (2013)	Life cycle assessment as entrepreneurial tool for business management and green innovations	Journal of Technology Management & Innovation, 8(1), pp.44-53
9	Strategy	Ramirez et al. (2013)	Barriers and bridges to the adoption of environmentally-sustainable offerings	Industrial Marketing Management, in press
10	Strategy	Epstein et al. (2012)	Managing social, environmental and financial performance simultaneously	Long Range Planning, in press
11	Strategy	Lee & Lam (2012)	Managing reverse logistics to enhance sustainability of industrial marketing	Industrial Marketing Management, 41(4), pp.589-598
12	Strategy	Li et al. (2012)	A hub-and-spoke model for multi-dimensional integration of green marketing and sustainable supply chain management	Industrial Marketing Management, 41(4), pp.581-588
13	Strategy	Masoudi et al. (2012)	Characterization of eco-design checklists.	Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 29(9), pp.946-970.
14	Strategy	Umeda et al. (2012)	Toward integrated product and process life cycle planning: An environmental perspective	CIRP Annals-Manufacturing Technology, 61(2), pp.681-702
15	Strategy	Hockerts & Wustenhagen (2010)	Greening Goliaths versus emerging Davids: Theorizing about the role of incumbents and new entrants in sustainable entrepreneurship	Journal of Business Venturing, 25(5), pp.481-492
16	Strategy	Holt & Barnes (2010)	Towards an integrated approach to ‘‘Design for X’’: An agenda for decision-based DFX research	Research in Engineering Design, 21(2), pp.123-136
17	Strategy	Coley & Lemon (2009)	Exploring the design and perceived benefit of sustainable solutions: A review	Journal of Engineering Design, 20(6), pp.543-554
18	Strategy	Pujari (2006)	Eco-innovation and new product development: Understanding the influences on market performance	Technovation, 26(1), pp.76-85

19	Method & Strategy	Kuo (2006)	Enhancing disassembly and recycling planning using life-cycle analysis	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 22(5-6), pp.420-428
20	Method & Strategy	Kobayashi (2005)	Strategic evolution of eco-products: A product life cycle planning methodology	Research in Engineering Design, 16(1-2), pp.1-16

3. 결과

3.1 친환경 제품 개발 방법

친환경 제품 개발 방법은 총 여덟 가지가 조사되었고 각 방법들은 ISO TR 14062(2002)의 conceptual design과 detail design 단계에 적용 가능한 것으로 파악되었다(Fig. 1). Bocken et al.(2012)의 pain measurement model은 conceptual design 단계에서 친환경적 혁신(eco-innovative) 아이디어의 적용 가능성을 정량적으로 평가하는 방법으로 기술(technology), 공급사슬(supply chain) 그리고 제품 컨셉(product concept)을 신규성 측면에서 평가하여 아이디어의 효용성 판단과 제품 개발의 의사 결정에 활용된다(6). Chu et al.(2012)의 CAD와 LCA를 통합한 방법은 detail design 단계에서 제품의 기능적 필요조건을 충족시키는 동시에 환경영향을 최소화하는 자제 명세서(BOM, bill of materials) 생성에 사용될 수 있다(7). Yeh et al.(2011)의 QFD(quality function deployment)와 TRIZ(theory of inventive problem solving) 통합 방법은 고객 needs 파악, 제품 특성 결정, 그리고 부품 제작 방식 및 방법 전반의 친환경적 solution을 찾아내는 방법으로 conceptual design과 detail design 단계에 활용될 수 있다(8). Gehin et al.(2009)의 lifecycle brick은 개발자들이 제품의 life cycle을 쉽게 고려할 수 있도록 간단한 고려사항 목록과 해당 목록에 관련된 데이터를 수집할 수 있도록 한 방법으로 detail design 단계에 적용되어 제품의 상세 life cycle 설계에 유용하게 활용될 수 있다(9). Dufulou et al. (2008)의 disassembly technique은 경제성 뿐만 아니라 제품 분해 실현가능성을 높일 수 있는 방법으로 planning 단계에 활용될 수 있다(10). Parlikad and McFarlnae(2004)의 RFID(radio frequency identification) 시스템 도입 방법은 제품의 제조부터 폐기 단계까지 제품의 모든 이력을 데이터베이스화하여 제공함으로써 개발자가 수집된 정보를 활용하여 제품을 설계할 수 있도록 detail design 단계에 활용된다(11). Kuo(2006)의 full modeling technique은 제품의 구성 성분을 module로 구분하고 module간 연관관계를 LCA에 기반하여 분석함으로써 제품설계 시 환경적 영향을 줄이는 동시에 제품의 기능적 필요조건을 충족시키는 설계가 가능하도록 하여 detail design에 적용 가능한 방법이다(12). Kobayashi(2005)의 LCA와 QFD 통합 방법은 LCA 결과를 QDF 수행에 활용하는 방법으로 conceptual design과 detail design 단계에 활용될 수 있다(13).

3.2 친환경 제품 개발 전략

친환경 제품 개발 전략은 총 14가지가 조사되었고 각 전략들은 ISO TR 14062(2002)의 planning 단계에 활용될 수 있는 것으로 파악되었다(Fig. 1). Driessen et al.(2013)은 고객, 경쟁사, 시장과 직접 관련되지 않은 이해관계자, 그리고 정부 정책을 고려하여 친환경 제품을 개발하는 integrative framework를 전략으로 제안하였다(14). Piekarski et al.(2013)은 LCA를 management와 green innovation 단계에서 활용할 수 있도록 전략을 제시하고 있어 경제적 측면의 planning이 가능하다(15). Ramirez et al.(2013)는 환경적으로 지속 가능한 offerings의 채택에 영향을 미치는 factor들을 극복할 수 있는 전략을 제시하고 있어 planning 단계에서 적용될 수 있다(16). Epstein et al.(2012)는 기업의 의사결정 시 사회적, 환경적 성과와 재정적 성과를 동시에 성취할 수 있도록 하는 시나리오를 제시하고 있어 친환경 제품이 가격 경쟁력을 가질 수 있도록 planning 하는데 활용될 수 있다(17). Lee and Lam(2012)의 친환경 지속가능 마케팅 framework는 기업이 경쟁적 우위를 달성하기 위한 친환경 브랜드 전략 수립 도구로 활용될 수 있기 때문에 planning 단계에서 사용될 수 있다(18). Liu et al. (2012)는 친환경 제품의 지속적 공급을 위해 sustainable supply chain management에 green marketing이 통합된 framework를 제안하고 통합 과정의 drivers와 방해요소를 제시하고 있기 때문에 보다 친환경적으로 제품의 보급이 이루어 질 수 있도록 planning하는데 활용될 수 있다(19). Masoudi et al.(2012)는 LCA, MET Matrix 등과 다양한 checklist들의 특성을 분석하고 있어 planning 단계 수행에 적합한 checklist를 선정하여 사전에 제품 전과정의 환경성을 검증해 볼 수 있다(20).

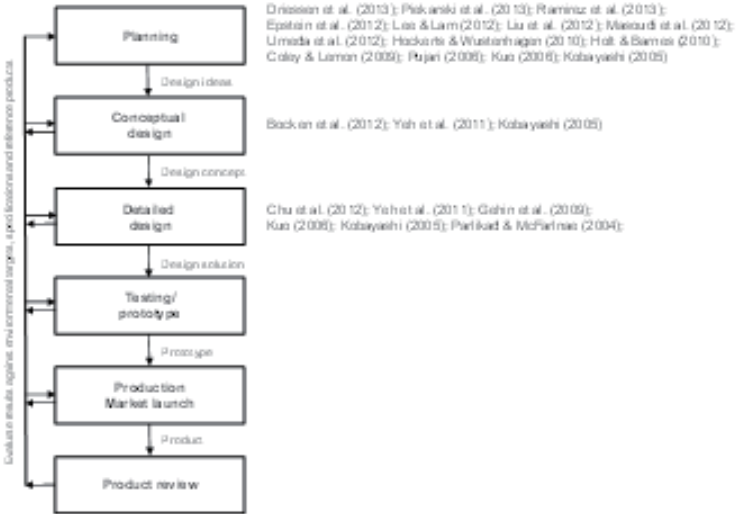

Fig. 1. The mapping tools and strategies on eco-product development process

Umeda et al.(2012)은 제품 컨셉, life cycle 옵션, business 옵션을 통합하여 planning할 수 있는 framework를 전략으로 제안하고 있다(21). Hockerts and Wustenhagen(2010)은 중소기업과 대기업이 성공적으로 친환경 제품을 시장에 도입시킬 수 있는 전략을 제시함으로써 기업 규모에 적합한 planning 수립에 활용될 수 있다(22). Holt and Barnes(2010)는 다양한 친환경 제품 개발 시, 이해관계자들의 요구 조건인 virtue와 제품의 life cycle을 planning 단계에서 고려하는 전략을 제안하였다(23). Coley and Lemon(2009)은 PSS(product service system), Eco-effcient PSS,

SOP(solution- oriented partnership), 그리고 WSD(whole-system design)의 네 가지 design 접근법을 제안하여 designer가 폭넓을 시야를 가지고 planning할 수 있는 전략이 제시되었다(24). Pujari(2006)은 eco-innovation activities와 시장에 영향을 미치는 factor들을 탐색하여 planning에 활용될 수 있는 전략을 제시하였다(25). Kuo(2006)는 LCA를 기반으로 제품 조립 및 분해와 재활용을 module 측면에서 분석하기 때문에 친환경 제품 개발 시 제품 분해와 재활용 측면을 고려한 planning에 도움을 줄 수 있다. Kobayashi(2005)는 LCA 결과를 QFD에 활용함으로써 제품의 life cycle을 효율적으로 planning할 수 있는 방법을 제시하고 있어 친환경 제품 개발 planning 단계에 유용하게 활용될 수 있다.

4. 고찰

본 연구는 친환경 제품 개발에 활용될 수 있는 다양한 방법과 전략들을 조사하여 특성과 용도에 맞게 planning, conceptual design, 그리고 detailed design 단계에 적용 및 통합 하였다. 기존 연구들은 다양한 친환경 제품 개발 방법 및 전략들을 제시하고 있으나, 친환경 제품 개발 프로세스와의 적용 및 통합에 대한 고려가 미흡하였다. 예를 들어, Bocken et al.(2012)은 친환경 제품의 idea를 선정할 때 pain measurement model을 개발하여 idea의 실현가능성을 검토하고자 하였고, Masoudi et al.(2012)는 제품의 특성에 따른 eco-design checklist를 적용하여 제품의 환경성을 평가하고자 하였으나, 이를 적용할 수 있는 친환경 제품 개발 프로세스를 명확하게 제시하고 있지 않아 실제 제품 개발에 활용하는 데에는 어려움이 있었다. 본 연구에서 조사된 친환경 제품 개발 방법 및 전략들은 기업과 개발자들이 친환경 제품 개발 프로세스의 각 단계별 고려사항을 쉽게 파악하고, 제품의 특성에 따라 선택적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 조사된 논문의 약 60% 이상이 친환경 제품 개발 프로세스 중 planning 단계에 활용되는 것으로 파악하였다. 본 연구에서 조사된 총 20개의 논문 중 6개의 논문은 conceptual design과 detail design 단계에만 활용될 수 있으며 12개의 논문은 planning 단계에만, 그리고 마지막 2개의 논문은 planning과 conceptual design 또는 detail design단계에 활용될 수 있는 것으로 파악되었다. 친환경 제품은 개발 과정에서 제품의 전과정을 고려해야 하고 폐기 단계 이후에는 재사용 및 재활용도 고려해야 하기 때문에, 친환경 제품 개발 프로세스 단계 중 planning 단계가 중요하게 여겨지는 것으로 판단된다.

기존 친환경 제품들은 환경 요구 사항 충족이 중심이 되었으나, 최근에는 소비자 요구 사항, 그린 마케팅, 사회적 책임, 지속 가능한 공급망 관리 등으로 확장되는 경향을 나타내는 것으로 파악되었다. 최근 소비자들은 친환경 제품일지라도 제품의 가격, 품질, 가격, 사용성, 디자인 등이 만족스럽지 않은 경우 구매하지 않는 소비 성향을 나타내고 있다(26). 따라서, 친환경 제품 개발 시 환경성뿐만 아니라 경제성, 심미성, 안정성, 기능성 등 다양한 사항들의 종합적 고려가 필요한 것으로 사료된다.

본 연구는 추후 조사된 친환경 제품 개발 방법 및 전략들이 적용된 친환경 제품 개발 프로세스의 효용성 파악을 위해 제품의 친환경성을 정량적으로 평가하는 연구가 필요하다. 친환경 제품은 제품의 특성과 기업의 의도에 따라 친환경성이 상이할 수 있기 때문에, 다양한 친환경 제품 개발에 적

용하여 친환경성을 정량적으로 평가하는 것이 필요하다. 다양한 친환경 제품의 정량적 평가 결과가 축적되면, 제품의 특성과 기업의 의도에 부합하는 친환경 제품 개발 프로세스를 용이하게 파악할 수 있도록 지원하는 시스템을 구축하는데 기여할 수 있다.

5. 사 사

이 논문은 환경부의 지식기반 환경서비스(에코디자인) 전문인력양성 사업으로 지원되었습니다.

6. 참고문헌

1) 범상균, 송균석, “NON 호모이코노미쿠스”, 네시간(2010).

2) 안지윤, 서선희, “소비자가 인식하는 산업체 급식업체의 지속가능경영활동이 점포이미지와 행동의도에 미치는 영향”, 한국영양학회, 48(2), pp. 199-210(2015).

3) 이지훈, “전과정 평가 방법에 의한 한국 대형선망의 온실가스 배출량 정량적 분석”, 한국어업기술학회지, 49(3), pp. 282-290(2013).

4) ISO, “ISO/TR 14062: Environmental management-Integrating environmental aspects into product design and development”(2002).

5) 정봉진, 이귀호, “국제환경규제에 대한 국내의 대응 현황”, 청정기술, 16(3), pp. 155-161(2010).

6) Bocken, N., Allwood, J., Willey, A., King, J., “Development of a tool for rapidly assessing the implementation difficulty and emissions benefits of innovations”, *Technovation*, 32, pp. 19-31(2012).

7) Chu, C., Su, J., Chen, Y., “A concurrent approach to reducing environmental impact of product development at the system design stage”, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 9(3), pp. 482-495(2012).

8) Yeh, C., Huang, C., Yu, C., “Integration of four-phase QFD and TRIZ in product R&D: A notebook case study”, *Research in Engineering Design*, 22(3), pp.125-141(2011).

9) Gehin, A., Zwolinski, P., Brissaud, D., “Integrated design of product lifecycles: The fridge case study”, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 1(4), pp.214-220(2009).

10) Duflou, J., Seliger, G., Kara, S., Umeda, Y., Ometto, A., Willems, B., “Efficiency and feasibility of product disassembly: A case-based study”, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 57(2), pp.583-600(2008).

11) Parlikad, A., Mcfarlane, D., “RFID-based product information in end-of-life decision making”, *Control Engineering Practice*, 15(11), pp.1348-1363(2007).

12) Kuo, T., “Enhancing disassembly and recycling planning using life-cycle analysis”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22(5-6), pp.420-428(2006).

13) Kobayashi, H., “Strategic evolution of eco-products: A product life cycle planning methodology”, *Research in Engineering Design*, 16(1-2), pp.1-16(2005).

14) Driessen, P., Hillebrand, B., Kok, R., Verhallen, T., “Green new product development: The pivotal role of product greenness”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60(2), pp.315-326(2013).

15) Piekarski, C., Luz, L., Zocche, L., Francisco, A., “Life cycle assessment as entrepreneurial tool for business management and green innovations”, *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(1), pp.44-53(2013).

16) Ramirez, E., Gonzalez, R., Moreira, G., “Barriers and bridges to the adoption of environmentally-sustainable offerings”, *Industrial Marketing Management*, in press(2013).

17) Epstein, M., Buhovac, A., Yuthas, K., “Managing social, environmental and financial performance simultaneously”, *Long Range Planning*, in press(2012).

18) Lee, C., Lam, J., “Managing reverse logistics to enhance sustainability of industrial marketing”, *Industrial Marketing Management*, 41(4), pp.589-598(2012).

19) Liu, S., Kasturiratne, D., Moizer, J., “A hub-and-spoke model for multi-dimensional integration of green marketing and sustainable supply chain management”, *Industrial Marketing Management*, 41(4), pp.581-588(2012).

20) Masoudi, A., You, H., Suh, S., “Characterization of Eco-Design Checklists”, *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 29(9), pp.946-970(2012).

21) Umeda, Y., Takata, S., Kimura, F., Tomiyama, T., Sutherland, J., Kara, S., Herrmann, C., Duflou, J., “Toward integrated product and process life cycle planning: An environmental perspective”, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 61(2), pp.681-702(2012).

22) Hockerts, K., Wustenhagen, R., “Greening Goliaths versus emerging Davids: Theorizing about the role of incumbents and new entrants in sustainable entrepreneurship”, *Journal of Business Venturing*, 25(5), pp.481-492(2010).

23) Holt, R., Barnes, C., “Towards an integrated approach to ‘‘Design for X’’: An agenda for decision-based DFX research”, *Research in Engineering Design*, 21(2), pp.123-136(2010).

24) Coley, F., Lemon, M., “Exploring the design and perceived benefit of sustainable solutions: A review”, *Journal of Engineering Design*, 20(6), pp.543-554(2009).

25) Pujari, D., “Eco-innovation and new product development: Understanding the influences on market performance”, *Technovation*, 26(1), pp.76-85(2006).

26) 한기주, 곽대종, “환경규제를 역이용한 세계시장 선점 전략 발굴연구”, 산업연구원(2010).