

Public and Experts Perception Analysis about Negative Effects in Nanotechnology Based on Conjoint Analysis

Seoung Hun Bae* · Kwang Min Shin* · Jin Seon Yoon*
Sang Kyu Kang* · Jun Hyun Kim* · Gi Wan Sung** · Ki-Kwang Lee**[†]

*Korea Institute of Science and Technology Information

**School of Business Administration, Dankook University

컨조인트 분석을 이용한 나노기술의 부정적 영향에 대한 일반인과 전문가의 인식분석

배성훈* · 신광민* · 윤진선* · 강상규* · 김준현* · 성기완** · 이기광**[†]

*한국과학기술정보연구원

**단국대학교 경영학부

Nanotechnology has been growing constantly and it is becoming the leading technology in scientific research and development. Although nanotechnology has important applications in broad variety of fields without boundary of any particular industrial area, the study of nanotechnology related to its commercialization has been conducted in a few ways. To put that figure in context, this study investigates public and expert perceptions about negative potentials of nanotechnology. Through a series of surveys with public (N = 541) and experts (N = 62), we analyzed about public willingness to pay for nano-applied products. Survey results showed that public and experts preferred nano-applied products in the order of electronics, cosmetics, and food and medicine. Experts express high payment intention to electronics rather than public intention. In addition, the survey results showed the purchasing intention of both public and expert group was affected by the attributes of nano-applied products in the order of risk fatality, risk chance, certification, and labeling. But experts put more importance in risk fatality than risk chance comparing to public. Through the case analysis of the effects of labeling and certification, we revealed either labeling or certification can induce both public and experts to buy the nano-applied products with high risk chance and low risk fatality. However, for the nano-applied product with high risk fatality and low risk chance, both labeling and certification are simultaneously required to make customers have positive purchasing intention. The result of this study could be utilized for the nanotechnology-based company to get the consumer behavior information about nano-based product and to establish their marketing strategy.

Keywords : Nano-Applied Products, Negative Effect, Survey, Conjoint Analysis

1. 서 론

나노기술은 기존 기술의 한계를 뛰어넘을 수 있는 기

반 기술로서 미래 기술 중 가장 촉망받는 분야 중 하나이다[7]. 전 세계적으로 나노기술에 대한 연구투자가 진행되어 나노기술을 활용한 기술의 성능 향상, 새로운 분야로의 응용 가능성, 나노기술 및 물질을 활용한 신제품 출시 등 발전을 계속하고 있다. 동시에 나노물질 및 기술의 인체 건강 및 환경에 미치는 영향은 전 세계적으로

Received 3 June 2015; Finally Revised 11 August 2015;

Accepted 3 September 2015

[†] Corresponding Author : kiklee@dankook.ac.kr

이슈화되어 연구, 논의가 활발히 이루어지고 있지만, 명확한 규명이 이루어진 것은 많지 않은 실정이다[2].

새로운 기술의 발전에 있어서 상용화는 중요한 과정이다. 왜냐하면 기술은 기술 자체로서 의미도 있지만, 이를 통한 상용화가 이루어져야만 많은 사람들에게 가치가 전달되고 더 많은 발전을 이룰 수 있기 때문이다. 신기술이 산업에 적용되는 데는 기술중심(technology push)과 수요중심(demand pull)의 두 가지 전략이 있다. 먼저 기술중심 전략은 R&D를 통하여 수요자들의 욕구를 충족시키는 것과 관계없이 기술발전을 통한 제품 생산과 판매를 하는 것이다. 이에 비해, 수요중심 전략은 먼저 수요자들의 욕구를 파악한 뒤 이 욕구를 충족시키기 위해 기술을 활용하는 것이다[6]. 이 두 전략은 상반되는 것처럼 보이나 새로운 기술의 발전을 위해서는 상호보완적 작용이 필요하다.

본 연구에서는 나노기술의 발전에 있어서 주요한 문제로 지적되고 있는 잠재적 부정적 영향에 대해 기술 중심으로 대표되는 전문가 집단과 수요중심으로 대표되는 일반인 집단 간 인식을 비교·조사하고자 한다. 왜냐하면 나노물질 및 나노기술에 대한 일반인의 인식 및 태도는 새로운 기술의 실현과 지속가능한 기술개발에 필요한 상용화 측면에서 매우 중요하다. 또한 전문가들은 그들의 인식에 따라 기술을 평가하고 제품을 개발하기 때문에 그들의 인식이 미치는 영향이 크다. 특히 나노기술과 같이 발전단계에 있는 기술에 대한 전문가와 일반인의 인식차이는 기술의 응용단계에서 큰 의미를 갖는다.

전문가와 일반인 간 인식차이를 분석하는 것이 중요한 이유는 만약 전문가가 안전하다고 합의한 기술에 대해 수요자들이 불안 인식이 확산되어 구매의사가 낮아진다면 해당 기술의 상용화는 실패하게 될 것이기 때문이다. 반대로 전문가들이 안전하다고 합의하지 않은 대상에 대해 수요자들이 안전하다고 생각하여 구매의사가 높을 경우, 잠재적 부정적 영향이 실제 발생할 경우 사회 경제적 폐해가 매우 클 것이기 때문이다. 따라서 나노기술의 발전을 위해서는 부정적 영향에 대한 전문가 및 수요자 간 인식차이를 줄이는 것이 필요하다.

본 연구에서는 먼저 나노기술적용 제품에 대한 일반인과 전문가의 인식 현황 및 구매의향을 파악하기 위해 설문조사를 실시하였다. 또한 컨조인트 분석기법을 활용하여 나노기술 적용제품의 부정적 영향의 대표적 속성으로서 ‘위해 발생 가능성’과 ‘위해치명도’ 및 이를 상쇄하기 위한 정책으로서 ‘나노기술적용표시’와 ‘정부인증’에 대한 일반인과 전문가의 속성별 인식을 분석하였다. 이를 통해 나노기술의 부정적 영향에 대한 일반인과 전문가의 인식을 파악하고, 나노제품의 부정적 영향 속성에 따라 정부차원의 정책방안이 어떠한 효과를 가져 올 수 있는지 고찰하였다.

2. 선행연구

2.1 나노기술 관련 일반인 대상 인식조사

대중의 나노기술 인지도 및 태도 조사에 관한 연구는 2000년 이후부터 본격화 되었으며, 미국, 일본, 영국, 스위스 등에서 관련 연구가 진행되었다. 연구형태는 온라인 웹 조사, 이메일 조사, 전화 조사, 방문 대면조사 등 다양하게 진행되었으며, 설문대상자 규모도 500명에서 3만여 명 등 다양하게 분포하였다.

우리나라는 2005년도에 나노기술영향평가 사업의 일환으로 설문조사를 실시하였다. 설문은 나노기술의 인지도, 나노기술 정보를 얻는 곳, 나노기술 적용 기대분야, 정부의 나노기술 발전 지원 우선지원 분야, 위험성, 편리성, 국가경쟁력, 실용성, 윤택함 등을 조사하였다. 나노기술의 위험성, 편리성, 실용성 등에서 7점 척도로 조사하였는데, 평균 5.74점으로 매우 긍정적인 나노기술 이미지를 갖고 있는 것으로 나타났다[5].

미국에서는 나노기술을 적용한 제품이 가장 활발하게 상용화된 상황에 맞추어 나노기술의 위험과 혜택 관련 대중 인식도 및 구체적인 나노기술을 응용한 제품에 대한 소비자의 태도를 주로 연구하였다. Currall et al.[1]은 랜덤 전화 조사를 실시하여 미국 내 503명과 인터뷰를 하였다. 나노기술이 다른 43개 기술보다 더 위험한지, 혜택이 많은 것인지 조사한 결과, 나노기술을 비교적 중립적인 기술로 인식하고 있음을 밝혀냈다. 즉, 나노기술은 유전자변형식품, 살충제, 화학 살균제, 인간 유전공학에 비해 ‘덜 위험하고, 혜택이 적은 것’으로 인식된다는 연구결과를 발표했다. 우드로윌슨센터(Woodrow Wilson International Center)의 나노기술 프로젝트는 2006년과 2007년 2회에 걸쳐 미국 내 일반인의 나노기술에 대한 인식도 및 태도조사를 실시하였는데 조사결과 미국인의 나노기술 인지도는 매우 낮은 것으로 조사되었다. 70% 이상이 나노기술을 아주 조금 또는 전혀 들어보지 못했다고 답했다. 또한, 대부분의 사람들이 나노기술이 위험한지, 혜택이 많은지에 대한 판단에 확신을 갖고 있지 않은 것으로 나타났다[8].

2.2 일반인과 전문가 인식비교

우리나라에서는 나노기술에 대해 일반인과 전문가의 인식 비교를 위해 나노기술에 대한 인식여부, 나노기술·물질 위해성 인식여부, 다른 기술들과의 비교를 통한 나노기술·물질의 위해성에 대한 상대적 인식 정도를 조사한 바 있다[3]. 그 결과 나노기술을 적용한 소비재에 대해서 일반인은 가전제품, 생활용품, 전자기기, 화장품 정도에 대해 인식하고 있었으나, 전문가들은 비교적 고른

제품에 대하여 높은 인지도를 가지고 있었다. 나노기술의 위해성 인식여부에 대해서는 전문가는 74.2%의 응답자가 위해성에 대해 들어 보았다고 하였고, 일반인은 74.1%의 응답자가 모른다고 응답하여 차이가 극명하게 나타났다. 또한 다른 기술들을 제시하여 이를 통한 혜택과 위험을 7점 척도로 측정하여 나노기술과 비교한 결과 일반인들은 이익적인 측면에 4.5점, 위해성 측면에 3.2점으로 다소 긍정적으로 평가하고 있었다. 구체적으로 보면 나노기술·물질을 포함하여 유전자변형식품, 인간 유전공학, 줄기세포 연구, 생명공학, 수소 자동차 등의 여러 신기술에 대해서 전문가와 일반인이 거의 유사한 위해성 평가를 하였지만, 나노기술의 혜택 측면에서는 전문가 집단이 일반인에 비해 더 높은 점수를 부여하였다.

2.3 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)

컨조인트 분석은 여러 가지 속성과 수준을 갖는 조합의 제품들 중에서 소비자가 해당 조합들의 순위를 나열하게 함으로써 해당 제품 속성들의 부분가치와 중요도를 도출해내는 방법이다. 컨조인트 분석을 활용하여 프랜차이즈 커피전문점을 분석한 연구[4]가 있는데, 분석 결과 여러 속성들 중에서 가격, 브랜드, 입지, 인테리어, 마일리지제도, 메뉴 다양성의 순으로 속성의 중요도가 산출하고, 이를 통해 세분화된 각 시장의 특성을 파악하여 프랜차이즈 커피전문점 브랜드의 마케팅전략 방향을 제시한 바 있다.

그 밖에 텔레비전 콘텐츠 VOD에 대한 이용자들의 구매의향을 파악하기 위해 요금, 이용기기, 채널브랜드, 최근성의 속성을 구성하여 컨조인트 분석을 실시한 연구가 있다[9]. 분석 결과 변인들의 중요도는 요금이 39.99%로 가장 높았으며, 다음으로 이용기기가 27.16%, 채널브랜드가 19.26%, 최근성이 13.58% 순으로 나타났다.

3. 분석 방법

본 연구에서는 나노기술의 인식 및 나노제품 속성의 수준별 조합에 따른 구매 선호도 분석을 위해 20대 이상의 일반인 남녀 541명과 전문가 남녀 62명을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

설문지는 크게 나노기술의 인식수준, 나노기술 적용제품의 구매의향, 그리고 구매이유에 대한 문항과 나노기술 적용제품의 속성별 구매 선호도 분석을 위한 컨조인트 관련 문항으로 구성되었다. 또한 제품군별로 분석하기 위해 식약품, 전자제품, 이·미용품으로 나노기술 적용제품을 구분하고 조사를 실시하였다.

컨조인트 분석(Conjoint Analysis)이란 소비자의 효용을

분석하는 대표적 방법으로서, 상품 자체를 평가함으로써 상품이 가지고 있는 속성(attribute)과 각 속성의 수준에 소비자의 효용(utility)을 추정하여, 소비자가 선택할 상품을 예측하는 기법이다. 본 연구에서는 나노기술 적용 제품의 구매선호도 분석에서 컨조인트 분석을 활용하고, 제품 선택에 있어서 영향을 미칠 수 있는 긍정적 요인과 부정적 요인을 구분하여 속성을 결정하였다. 구체적으로는 <Table 1>과 같이 나노기술적용표시(labeling), 정부인증(Certification), 위해발생 가능성(Risk Chance), 위해치명도(Risk Fatality)의 총 4가지 속성을 사용하였으며, 각 속성별 수준은 2개로 가정하였다. 먼저 위해발생 가능성과 위해치명도의 경우 나노기술 적용제품이 가질 수 있는 자체적인 부정적 영향의 속성이다. 나노기술적용표시와 정부인증은 정부차원에서 할 수 있는 부정적 영향을 감소시키기 위한 정책방안으로 위의 두 속성이 소비자들이 제품을 구매할 시에 부정적 영향의 효과를 어느 정도 감소시킬 수 있는지 분석하기 위해 선택하였다.

<Table 1> Selected Attributes of Nano-applied Product

Attribute	Level	
Labeling	No	Yes
Certification	No	Yes
Risk Chance	Low	High
Risk Fatality	Low	High

모든 속성 수준의 조합을 고려하는 전체 프로파일 제시법(full profile method)을 이용할 경우, 본 연구에서는 총 16가지의 제품 조합이 가능하다. 그러나 이와 같은 16가지의 서로 다른 속성수준 조합을 가진 프로파일을 응답자에게 제시하고 그에 따른 선호 순위를 측정하는 것은 응답자에게 부담을 주고 비일관된 응답을 할 것으로 예상되었다. 따라서 직교설계(orthogonal design)를 이용하여 각 속성수준들 간의 상호작용을 최소화함과 동시에, 추정에 필요한 주 효과(main effect)만을 측정할 수 있는 최소한의 카드 세트를 구성하였다. 이를 통해 <Table 2>와 같은 8개의 가상의

<Table 2> Nano-applied Product Profile

Product	Labeling	Certification	Risk Chance	Risk Fatality
1	Yes	No	High	High
2	No	Yes	High	Low
3	Yes	No	High	Low
4	Yes	Yes	Low	Low
5	No	Yes	High	High
6	No	No	Low	Low
7	Yes	Yes	Low	High
8	No	No	Low	High

나노기술 적용제품의 프로파일 세트를 도출하여 이들 가 상제품의 구매우선순위를 응답자들로부터 받아 컨조인트 분석을 수행하였다.

4. 분석 결과

4.1 응답자 특성

본 연구는 일반인 541명, 전문가 62명에게 설문을 실시하였다. 일반인의 경우 남성이 220명, 여성이 321명이었으며 전문가의 경우 남성이 50명, 여성이 12명이었다. 지역의 경우 지역인구에 비례하여 균형적으로 구성되었다.

4.2 인지수준의 차이

일반인과 전문가의 나노기술에 대한 인지수준을 조사한 결과 두 집단 간에 차이가 있었다. 먼저 일반인의 경우 “용어 미접촉(7.6%)”은 낮은 편으로 일반인에게 나노기술이 생소한 기술은 아니라는 것을 알 수 있다. 그러나 “용어만 인지(52.1%)”한 집단이 다수였기 때문에 개념까지 이해하는 수준의 일반인은 약 40%밖에 되지 않음을 알 수 있다. 세부적으로 살펴보면, “기본적 개념 이해(29.8%)”, “개념과 활용성 이해(8.3%)”, “개념을 잘 이해, 나노제품 선호(2.2%)”로 나타났다. 이에 비해, 전문가는 나노기술에 대한 지식이 많은 만큼 “개념과 활용성 이해(77.4%)”, “개념을 잘 이해, 나노제품 선호(21.0%)”, “잘 이해하나, 적용제품을 선호하지 않음(1.6%)”로 응답하였다. 전반적으로 전문가 집단의 나노기술에 대한 이해도가 일반인에 비해 상대적으로 높게 나타난 것은 당연한 결과이나 나노관련 제품의 선호도 역시 더욱 높았다는 것은 인지도가 어느 정도 선호도에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

4.3 구매의도 분석

나노기술이 적용되어 상용화 되는 제품들 중 세 가지 제품군으로 나누어 구매의도에 대해 설문하였다. ‘나노 식약품’, ‘나노 전자제품’, ‘나노 이·미용품’으로 제품군을 나눈 뒤에 5점 척도로 하여 해당 제품군에 대해 제품을 구매의도를 물어본 결과 <Table 3>과 같이 일반인의 경우 ‘나노 식약품’에 대해 3.33점, ‘나노 전자제품’에 대해 3.82점, ‘나노 이·미용품’에 대해 3.46점으로 ‘나노 전자제품’의 구매의도가 가장 높았다. 전문가의 경우 ‘나노 식약품’에 대해 3.38점, ‘나노 전자제품’에 대해 4.43점, ‘나노 이·미용품’에 대해 3.62점으로 ‘나노 전자제품’의

구매의도가 특히 높았다. <Table 3>에서 일반인과 전문가의 제품군별 평균 구매의도를 비교해 보면 모든 제품군에 대해 전문가가 상대적으로 높은 구매의도를 보였다. 전문가 및 일반인 간 구매의도 차이에 대한 t-검정 결과 나노식약품과 나노이·미용품의 경우 각각 p-값이 0.34, 0.11로 전문가 및 일반인 간 차이가 유의하지 않았지만, 나노전자제품의 경우에는 일반인보다 전문가의 구매의도가 매우 높았음을 알 수 있다.

<Table 3> Willingness to Pay for Three Types of Nano-applied Products

Group		Willingness to pay		p-value
		Mean	SD	
Food & Medicine	Public	3.33	0.99	0.34
	Experts	3.38	1.09	
Electronics	Public	3.81	0.84	0.00*
	Experts	4.43	0.47	
Cosmetics	Public	3.46	0.99	0.11
	Experts	3.62	0.89	

*p-value < 0.01.

4.4 나노기술 적용제품 구매이유 분석

위에서 설문한 나노기술 구매의도 문항에서 1, 2점을 부여한 응답자의 경우 구매의향이 낮은 경우이기 때문에 왜 구매하지 않는지에 대해 응답하도록 하였다. 4, 5점을 부여한 응답자의 경우에는 구매의향이 비교적 높기 때문에 왜 구매하는지에 대해 설문하였다. 구매하지 않는 경우와 구매하는 경우에 대해 각각 9개의 보기를 제시하여 응답하도록 하였다. 조사결과 일반인은 사용의향이 있는 응답자가 75.3%, 사용의향이 없는 응답자가 24.7%로 나노기술 적용제품에 긍정적으로 응답하였다. 이에 비해 전문가는 사용의향이 있는 응답자가 78.9%, 사용의향이 없는 응답자가 21.1%로 일반인과 같이 나노기술 적용제품에 긍정적으로 응답하였다.

구매의향이 있다고 응답한 일반인의 경우 주요 세 가지 구매이유로는 상품성향 향상(45.3%), 상품품질 향상(21.1%) 및 상품안정성 향상(17.4%)으로 조사되었다. 따라서 일반인의 경우 나노기술이 적용되었을 때 성능의 향상이 있을 것이라는 기대가 크다는 것을 알 수 있다. 일반인들의 경우 구매의향이 없는 이유로는 상품안정성 저하(36.4%), 상품위해성 향상(16.4%) 및 상품성능 감소(16.4%)로 조사되었다. 즉, 나노기술이 적용된 제품의 안정성과 위해성에 문제가 발생할 것을 우려하여 제품의 구매를 유보하는 것으로 판단된다.

구매의향이 있는 전문가의 구매이유로는 상품성향상(80.4%), 상품안정성 향상(7.1%) 및 나노기술상품이미지 향상(5.4%)으로 조사되었다. 구매의향이 있는 대부분의 전문가들은 나노기술을 적용한 제품은 상대적으로 상품성능이 향상된다고 기대하는 것으로 판단된다. 반대로 전문가들 중 구매의향이 없는 주요 이유로는 상품위해성 향상(53.3%), 상품안정성 저하(33.3%) 및 상품품질불안정(6.7%)으로 조사되었다. 따라서 나노기술이 적용된 제품에서 위해성이 발생하는 것을 가장 우려한다는 것을 알 수 있다.

일반인과 전문가 모두 나노기술의 적용이 제품의 성능이 향상될 것이라는 기대를 갖고 구매한다는 점에서 구매이유에 대해서는 큰 차이가 없었으나, 일반인에 비해 전문가는 나노기술의 긍정적 영향뿐만 아니라 부정적 영향에서도 대해 숙지하고 있기 때문에 나노기술의 위해성을 제품 구매 시 고려하고 있다는 점에서 일반인과 차이가 있었다.

4.5 컨조인트 분석

본 연구에서는 나노기술 적용제품의 구매의도에 영향을 주는 제품속성으로서 나노기술적용표시(labeling), 정부인증(Certification), 위해발생 가능성(Risk Chance), 위해치명도(Risk Fatality)를 선정하여 각 속성별 수준을 2개로 설정하고 일반인과 전문가 그룹을 대상으로 나노기술 적용제품을 세 가지 제품군(식약품, 전자제품, 이·미용품)으로 분류하여 각각 별도의 컨조인트 분석을 실시하였다.

일반인 표본을 대상으로 분석한 결과는 <Table 4>와 같은데, 식약품(Food & Medicine), 전자제품(Electronics), 이·미용품(Cosmetics)의 세 가지 제품군에서 매우 유사한 중요도(Importance) 패턴이 나타났다. 즉, 4개의 제품

속성(Attributes) 중 위해치명도가 가장 중요도가 높았으며, 이후 위해발생 가능성, 정부인증, 나노기술적용표시의 순이었다. 중요도 순서뿐만 아니라 4개 제품속성의 중요도 수치 또한 세 제품군에서 매우 유사하였다.

각 제품속성의 수준별 부분가치(Part-worth)를 살펴보면 나노기술적용표시와 정부인증은 제품에 존재하는 것이 없는 것보다 높은 부분가치를 보였으며, 위해발생 가능성 및 위해치명도가 높은 제품이 낮은 것보다 부분가치가 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 일반적인 상식과 합치하는 것으로 개별 속성의 부분가치의 단순한 비교보다는 각 제품속성의 수준별 조합에 따라 부분가치의 합 즉, 효용(Utility)을 산출하여 제품속성의 조합에 따른 구매의향을 분석하고자 하였다. 이에 대해서는 <Table 6>에서 다루고자 한다.

전문가의 컨조인트 분석 결과는 <Table 5>와 같다. 각 제품속성의 중요도 순서 및 속성수준별 부분가치의 상대적 크기는 일반인의 결과와 거의 유사한 패턴을 나타내었다. 다만, 전문가의 위해치명도 속성의 중요도 수치가 일반인보다 높았고, 반면에 나노기술적용표시의 중요도 수치는 전문가가 일반인보다 낮았다. 예를 들어, 식약품의 경우 일반인의 위해치명도 중요도는 37.23%인데 비해 전문가는 43.63%로 나타났고, 나노기술적용표시의 중요도는 일반인 14.20%인 반면에 전문가는 10.08%에 불과하였다.

위해치명도 및 나노기술적용표시의 중요도 수치가 일반인과 전문가 사이에 위와 같은 차이가 존재하는 것은 나노기술의 부정적 영향에 대한 특성을 상대적으로 정확히 파악하고 있는 전문가의 입장에서 해당 제품의 위해치명도가 제품구매에 있어 가장 중요한 기준이라는 것과 상대적으로 나노기술적용표시는 제품구매 시 주요 고려사항으로 판단되지 않는다는 것을 보여준다.

<Table 4> Conjoint Analysis Result for Public Group

Attributes	Level	Food & Medicine		Electronics		Cosmetics	
		Part-worth	Importance	Part-worth	Importance	Part-worth	Importance
Labeling	No	-0.266	14.20	-.283	14.71	-.291	13.89
	Yes	0.266		.283		.291	
Certification	No	-0.425	16.64	-.436	16.06	-.395	17.46
	Yes	0.425		.436		.395	
Risk Chance	Low	0.632	31.93	.662	31.07	.640	31.84
	High	-0.632		-.662		-.640	
Risk Fatality	Low	1.105	37.23	1.080	37.16	1.083	36.81
	High	-1.105		-1.080		-1.083	
Pearson's R Correlation Coefficient	Coefficient	0.664		0.732		0.728	
	P-value	0.036*		0.019*		0.020*	

** p-value < 0.01, * p-value < 0.05.

<Table 5> Conjoint Analysis Result for Expert Group

Attributes	Level	Food & Medicine		Electronics		Cosmetics	
		Part-worth	Importance	Part-worth	Importance	Part-worth	Importance
Labeling	No	-0.246	10.08	-0.214	10.77	-.214	9.28
	Yes	0.246		0.214		.214	
Certification	No	-0.556	20.69	-0.552	20.53	-.548	18.09
	Yes	0.556		0.552		.548	
Risk Chance	Low	0.657	25.58	0.750	26.90	.722	29.51
	High	-0.657		-0.750		-.722	
Risk Fatality	Low	1.476	43.63	1.375	41.78	1.440	43.10
	High	-1.476		-1.375		-1.440	
Pearson's R Correlation Coefficient	Coefficient	0.999		0.998		0.999	
	P-value	0.000**		0.000**		0.000**	

**p-value < 0.01, *p-value < 0.05.

<Table 6> Utility Analysis Results for Three Types of Nano-applied Products

Risk Case	Labeling	Certification	Food & Medicine		Electronics		Cosmetics	
			Public	Experts	Public	Experts	Public	Experts
High Chance Low Fatality	Yes	Yes	1.164	1.621	1.137	1.391	1.129	1.48
	No	Yes	0.632	1.129	0.571	0.963	0.547	1.052
	Yes	No	0.314	0.509	0.265	0.287	0.339	0.384
	No	No	-0.218	0.017	-0.301	-0.141	-0.243	-0.044
Low Chance High Fatality	Yes	Yes	0.218	-0.017	0.301	0.141	0.243	0.044
	No	Yes	-0.314	-0.509	-0.265	-0.287	-0.339	-0.384
	Yes	No	-0.632	-1.129	-0.571	-0.963	-0.547	-1.052
	No	No	-1.164	-1.621	-1.137	-1.391	-1.129	-1.480

추가로 제품속성 중 위해발생 가능성과 위해치명도의 수준별 조합에 따른 나노기술적용표시와 정부인증의 효과성을 분석하였다. 먼저, 위해발생 가능성 및 위해치명도가 모두 높은 조합의 경우에는 일반인과 전문가 모두 위해발생 가능성과 위해치명도의 부분가치가 가장 낮기 때문에 나노기술적용표시와 정부인증이 있더라도 부분가치의 합, 즉 효용은 음수(-)가 됨을 알 수 있다. 마찬가지로 위해발생 가능성과 위해치명도가 모두 낮은 제품은 나노기술적용표시와 정부인증이 없더라도 효용은 양수(+)임을 예측할 수 있다. 따라서 본 분석에서는 위해발생 가능성과 위해치명도 중 어느 하나만 높은 두 개의 조합에 대해 나노기술적용표시와 정부인증이 일반인 및 전문가의 구매의도에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. 식약품, 전자제품, 이·미용품에 대한 효용(Utility) 분석결과는 <Table 6>에 나타나 있다. 세 제품군 모두에 대해 위해발생 가능성이 낮더라도 위해치명도가 높은 제품은 나노기술적용표시(Labeling)와 정부인증(Certification)이 동시에 적용된 제품에 대해서만 효용이 양(+)의 값을 갖고 나머지 경우에는 음(-)의 값을 나타냈다. 이는 결국 위해치명도가 높은 특성의 제품은 나노기술적용표시와 정부인증을 동시에 추진해야 한다는 정책적 시사점을 보여준다. 반면에 위해발생 가

능성이 높아도 위해치명도가 낮은 경우에는 나노기술적용표시와 정부인증 중 어느 하나만 적용된다면 해당 제품의 구매의향은 긍정적인 것으로 나타났다.

다만, 세 제품군 중 식약품에 대해서는 전문가의 효용이 다른 두 제품군과 다소 상이한 수치를 보인 것이 있다. 즉, 위해발생 가능성이 낮더라도 위해치명도가 높은 식약품은 나노기술적용표시와 정부인증이 있더라도 전문가의 구매의도(효용)는 부정적(음수)인 것으로 나타났다. 반대로 위해발생 가능성이 높아도 위해치명도가 낮다면 해당 식약품은 나노기술적용표시나 정부인증이 없어도 구매의도가 어느 정도 긍정적인 것으로 보인다. 이는 전문가의 관점에서 식약품이 체내로 바로 흡수되는 특성상 위해치명도에 가장 민감한 제품군이라는 정확히 인지하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 나노기술의 상용화발전을 저해할 수 있는 부정적 영향에 대한 일반인과 전문가의 인식차이를 분석하였다. 이를 위해 2014년 일반인 541명, 전문가 62명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 그 결과 나노기술 적용제품의 구매

의사에 대해 5점 척도 기준으로 약 3.5점 내외를 보였으며, 식약품, 전자제품, 이·미용품 중 전자제품의 구매의도가 다소 높게 나타났다. 특히 전문가 집단의 나노기술적용 전자제품의 구매의사가 4.43점으로 일반인의 구매의사(3.81점) 보다 유의수준 이상으로 높았다. 구매의향이 있는 이유로는 일반인의 경우 성능, 품질, 안정성 향상을 주요 이유로 응답했고, 전문가의 경우는 성능향상에 대해 대부분 응답했다. 구매하지 않는 이유에 대해서는 일반인의 경우 안정성저하, 위해성, 성능감소로 응답한데 비해 전문가는 위해성과 안정성을 주요 요인으로 응답했으며, 특히 위해성에 대한 응답 비율이 높았다. 이를 통해 전문가의 경우 나노기술의 부정적 영향에 대해 인지하고 있기 때문에 위해성에 대해 민감하다는 것을 알 수 있다.

컨조인트 분석결과, 구매에 영향을 미치는 속성들의 중요도는 위해치명도, 위해발생 가능성, 정부인증, 나노기술적용표시 순으로 일반인과 전문가 모두 동일했다. 그러나 일반인의 경우 위해발생 가능성과 위해치명도의 중요도 차이가 크지 않은데 비해 전문가는 위해발생 가능성보다 위해치명도에 대한 중요도가 높았다. 따라서 전문가의 경우 구매하지 않는 이유의 응답과 같이 나노기술 적용제품을 구매 시에 위해성을 중요하게 고려하며 그 중에서도 위해치명도에 대해 민감하다는 것을 알 수 있다.

위해발생 가능성과 위해치명도 중 한 가지만 높은 경우에 대해 효용을 산출한 결과, 전자제품과 이·미용품에 대해서는 일반인과 전문가 모두 위해발생 가능성만 높은 경우에는 나노기술적용표시만으로도 효용가치가 0보다 높아져 구매의사가 높았으나, 위해치명도가 높은 경우에는 나노기술적용표시 뿐만 아니라 정부인증도 함께 있어야만 효용가치가 0보다 높아졌다. 식약품에 대해서는 위해치명도가 높은 경우 나노기술적용표시와 정부인증이 있음에도 불구하고 전문가의 효용은 0보다 낮아 구매의사가 매우 낮았다. 이는 전문가가 식약품이 인체에 직접적인 위해가 될 수 있다는 것을 정확히 인식하기 때문이라고 판단된다.

본 연구는 나노기술의 위해가능성에 대한 소비자 인식에 관한 제품구매에 미치는 부정적 효과를 감소시키는데 정부인증과 나노기술적용표시가 어느 정도 역할을 할 수 있다는 것을 증명하였다. 그러나 나노기술적용표시보다 정부인증은 더 많은 비용이 수반되기 때문에 이에 대해서 향후 연구에서 보다 구체적인 비용과 편익분석을 통해 나노기술적용표시와 정부인증의 구체적인 효과성을 분석할 필요가 있다.

Acknowledgement

본 연구는 2014년도 한국과학기술정보연구원 국가나노기술정책센터의 지원으로 연구되었음.

References

- [1] Currall, S.C., King, E.B., Lane, N., Mander, J., and Turner, S., What drives public acceptance of nanotechnology?. *National Nanotechnology*, 2006, Vol. 1, pp. 153-155.
- [2] Kim, M.S., Choi, K., Kim, Y., and Yi, J., Risk assessment for health and environmental hazards of nanomaterials. *Journal of Clean Technology*, 2007, Vol. 13, pp. 159-170.
- [3] Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI), *The report of the nanotechnology assessment in 2005*, 2005.
- [4] Lee, D.H., Yu, J.P., and Yoon, N.S., Study on the Franchise Coffee-shop Consumer's Selection Attributes and Market Segmentation : Using Conjoint Analysis. *Journal of Commodity Science and Technology*, 2012, Vol. 30, No. 2, pp. 31-42.
- [5] Lee, J.J., Kim, Y.H., Bae, E.J., Lee, S.S., Kwak, B.K., Choi, K.H., and Yi, J.H., Public and Experts Perception about Nanotechnology Hazards in Korea. *Journal of Environmental Toxicology*, 2008, Vol. 23, No. 4, pp. 247-256.
- [6] Martin, Michael J.C., *Managing Innovation and Entrepreneurship in Technology-based Firms*, Wiley-IEEE, 1994, p. 43.
- [7] Mohamed, H.A., Hassan, Small Things and Big Changes in the Developing World. *Science*, 2005, Vol. 309, No. 5731, pp. 65-66.
- [8] The Woodrow Wilson International Center for Scholars, Awareness Of And Attitudes Toward Nanotechnology And Federal Regulatory Agencies, Peter D. Hart Research Associates, Inc., Washington D.C., 2007.
- [9] Yim, J.S., Conjoint Analysis of Users' Preference on VOD Service of Television Contents. *Korea Association for Broadcasting and Telecommunication Studies*, 2013, Vol. 27, No. 5, pp. 204-243.

ORCID

- Seung Hun Bae | <http://orcid.org/0000-0002-0819-4386>
 Kwang Min Shin | <http://orcid.org/0000-0001-5879-6003>
 Jin Seon Yoon | <http://orcid.org/0000-0001-6781-1834>
 Sang Kyu Kang | <http://orcid.org/0000-0002-5155-0980>
 Jun Hyun Kim | <http://orcid.org/0000-0001-6184-7924>
 Gi Wan Sung | <http://orcid.org/0000-0002-2569-2686>
 Ki-Kwang Lee | <http://orcid.org/0000-0003-2291-8376>