



기술논문 작성법(12)

-문단 잘 쓰는 방법-

글은 일정한 흐름, 즉 논리적 맥락을 가지고 있다. 낱말이 모여 통일된 의미를 지닌 문장을 이루고, 문장이 결합되어 단락을 이루며, 단일한 주제에 의해 통일되고 일관된 내용을 표현하는 단락이 모여서 문단으로 발전하는 순차적인 과정을 거쳐서 완성된 글이 이루어진다. 문단과 문단의 연결은 일정한 논리적 질서가 갖추어지지 않으면 안된다.

1. 문단의 기능

문단(文段)은 논문을 구성하는 형식의 기본 단위이다. 한 문단의 내용이 논리적으로 연결되어 절(節; section)을 이루고, 절이 모여서 하나의 논문이 완성된다. 문단으로 논리전개 과정을 공간적 여백으로 구분을 함으로써, 하나의 주제를 가시적으로 나타낸다. 쓰는 사람에게서는 논문에 답을 정보와 지식 체계 및 논리전개의 흐름을 잡는 길이 되며, 읽는 사람에게서는 논문을 읽기 쉽도록 해 준다. 따라서 문단을 잘 쓰는 일은 필요한 것만 골라 건너뛰면서 읽는 습성을 가진 독자가 읽기 쉽도록 도와주는 최선의 방법이다.

기술논문을 쓸 때 저자의 재량권은 문단 구성에 가장 많다. 절(節)의 구성은 대체로 과학기술계의 관행으로 정해진 IMRAD 형식을 따르며, 문장은 언어의 구문법(句文法; syntax)으로 정해진다. 그러나 문단에는 이처럼 정해진 형식이 없다. 따라서 기술논문 작성에서 문단은 저자가 내용에 합당하게 선택할 여지가 가장 많다. 기술논문이 의사소통의 매개체 역할을 제대로 하기 위해서는, 이의 기본 단위인 문단을 올바르게 쓰는 훈련이 필요하다.

2. 문단의 세 요소

기술논문에서 좋은 문단이란?

문단은 다음의 세 가지 요소를 갖추어야 골격이 완성된다. 첫째는, 내용의 단일성(單一性; unity)을 유지해야 한다. 단일성이란 한 문단에 한 가지 아이디어 혹은 하나의 테마에 초점을 맞춘다는 의미이다. 둘째는, 내용 전개에서 일관성(一貫性; coherency)이 있어야 한다. 즉, 앞과 뒤의 문장이 서로 논리적으로 연계되어 글로써 조리가 서야 한다. 셋째는, 적절한 분량(adequate content)이다. 문단의 주제를 입증하는데 필요한 만큼의 내용만 정확하고 명료하게 서술하여야 한다.

금동화 |
한국과학기술연구원

가. 단일성

한 문단에는 한 가지 주제만을 취급하여야 한다. 한 문단속에서 각 문장의 내용은 단일 주제와 연관되고 내용 전개도 그 주제에 맞추어야 한다. 논문을 쓰기 전에 골라낸 아이디어와 지식을 한 문단에 포함시키는 것만으로 단일성이 유지되는 것은 아니다. 각 문장이 문단의 주제를 서술하는지 검토하여, 다른 주제는 항상 새로운 문단으로 구분하는 것이 원칙이다. 초고를 수정할 때는 항상 문단을 전체적으로 읽어가면서, 문단이 단일성을 유지하는지 검토하는 습성은 논문쓰는 훈련에서 꼭 필요하다.

나. 일관성

문단의 일관성은 문단 내에서 문장 배열순서와 연결 문구의 의미가 명확하고 논리적이냐에 따라 정해진다. 한 문단에서 생각의 고리는 첫 문장에서 마지막 문장까지 살아 움직이면서 전개되어야 한다. 문단이 절의 기본단위이므로, 한 문단에서 논리가 서야만, 논문 전체의 논리성이 선다.

문단의 일관성을 구현하는 효과적인 방법은, 서술하는 내용에 따라 다양하다. 문단의 기능이 사실의 서술하는가? 서로 비교하는가? 의미를 정의하는가? 내용을 분석하는가? 혹은 결과를 고찰하는가? 등에 따라서 논리적인 문장 배열 순서가 차이나는 것은 당연하다. 예를 들어서, 중요한 것에서 덜 중요한 순서로 배열하느냐? 요약으로 시작하여 구체적인 내용 순서로 배열하느냐? 혹은 복잡한 내용에서 단순한 내용으로 배열하느냐? 에 따라서 독자가 느끼는 논리적 설득력은 차이가 있다. 이에 대하여는 뒤에 예를 들어서 상세히 설명하였다.

다. 분량

문단의 길이는 기본적으로 전달하려는 내용에 의존한다. 기술논문이 복잡한 자연현상을 다루고 있어서, 간략하게 쓸 수 없는 경우가 많다. 특히 학술적인 논문일

수록 내용에 대한 객관성을 엄정하게 평가받아야 하므로, 충분한 증빙자료와 분석내용을 담아야 하기 때문이다. 문단이 너무 짧으면, 논리를 조리있게 전개시키기 어렵다. 그리고 보고할 자료가 충분치 않거나, 논리적으로 더 확장시키거나, 혹은 다른 문단에 포함시킬 능력이 없다는 인식을 줄 것이다. 문단이 너무 길면, 독자를 싫증나게 할 위험성이 있으며, 내용 파악도 쉽지 않다. 따라서 저자는 문단이 보다 효과적인 기본단위가 되도록 나누거나 조합하는 노력을 해야 한다. 문단의 길이는 i) 보고서로서의 정확성, ii) 조리있는 논리전개와 iii) 시각적인 접근 용이성 사이의 균형을 갖추도록 해야 한다.

기술논문에서 결과를 따라서 한 문단을 2~3문장으로 쓸 경우에는 이의 정당성을 세밀하게 검토해야 한다. 너무 길면 전체 내용이 한 문단으로 통일성이 있더라도 어떤 논점에서 끊는 방안을 검토할 필요가 있다. 문단이 길면 가시적으로 좋지 않고, 독자가 읽기도 전에 위협적으로 느낄 수 있다. 따라서 이런 문단은 불필요한 단어의 중복, 동일 혹은 유사 내용의 반복, 주제에서 벗어난 내용과 군더더기 내용을 삭제하여 줄여야 한다.

3. 문단 작성 요령

문단 쓰기의 기본은 한 가지 테마에 초점을 맞추어 문장을 조리 있게 배열시키는 것이다. 읽는 입장에서 주제파악이 쉬운 문단은 흔히 주제설명문(主題說明文; topic statement)과 세부 내용(content)의 두 부분으로 구성되어 있다. 문단의 첫 부분에 테마를 요약적으로 설명해주고, 이어서 세부내용을 문단의 세 요소에 맞추도록 구성하는 것이다. 한 문단의 구성 패턴도 피라미드식 배열을 가져야, 독자의 관심이 높을 때 핵심 주제를 부각시켜서 제시하는 것이 바람직하다.

다음은 기술논문에서 좋은 문단의 한 예이다. 첫 문장을 읽으면, 문단의 주제가 **공해를 발생시키지 않는 연료전지 자동차임**을 금세 파악할 수 있다. **연료전지**



를 주제로 선택하여 첫 문장의 주어로 사용함으로써 문단의 중심 테마임을 선언하였다. 그리고 다음에 이어지는 문단의 내용과도 잘 부합된다.

연료전지로 구동되는 자동차는, 가스홀(gasohol)을 연료로 사용하는 자동차에 비하여, 거의 공해를 유발시키지 않는다. 메타놀 전지 시스템은 공기를 오염시키지 않는 화학반응으로 작동한다. 연료 가공장치는 메타놀을 이산화탄소(CO₂)와 수소(H₂)로 분해시킨다; 수소는 전지 셀로 공급되어 산소(O₂)와 결합해서 물(H₂O)로 바뀐다. 이 반응에서 분자 사이에 일어나는 전자의 교환으로 전류가 발생하여 전지의 외부 회로로 흐른다. 따라서 생성물은 CO₂, H₂O와 전류가 전부이다. 이에 비교하여, 석유가 내연기관에서 연소되면, 질소산화물(NO_x), 황화물(SO_x) 등 가소린 엔진이 방출하는 여러 종류의 공해유발 가스를 발생시킨다.

가. 주제설명문

주제설명문이란 문단의 핵심 내용을 개괄적으로 표현한 문장으로, 이후 설명할 내용을 요약한 것이다. 이는 항상 문단 앞에 놓인다. 하나 혹은 소수의 주제어(主題語; keyword)를 중심으로 완전한 문장으로 구성한다. 꼭 한 문장일 필요는 없다. 오히려 문단의 첫 두 문장이 주제설명문인 경우가 흔하다. 중요한 것은 핵심 주제만 기술하되 너무 길지 않도록 주의해야 한다.

주제설명문은 기본적으로 독자에게 문단의 핵심 테마를 쉽게 이해시키는데 목적이 있다. 문단 앞에 쓰는 이유는 i) 독자가 문단의 주제를 빠르게 파악하고, ii) 필요 없다고 판단하면 건너뛰어 읽도록 도와주기 위해서이다. 그리고 주제가 다음에 어떻게 설명될지 추측할 수 있도록 함축성 있는 표현을 쓰는 것도 중요하다. 앞의 예시에서 첫 문장이 가장 모범적인 주제설명문이다.

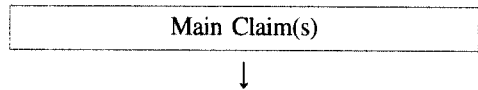
모든 문단이 주제설명으로 시작되어야 하는 것은 아니다. 기술논문에서 특정한 실험과정, 측정 내용, 결과 등을 서술하는 문단은 하나의 주제나 테마로 초점을 맞추기 어렵다. 따라서 항상 주제설명문이 필요하기 보다, 문단의 내용과 논리 전개 방식에 따라 저자의 선택사항이다.

나. 세부내용 작성

주제설명문을 완성하면, 주제를 증빙해 주는 여러 개의 문장으로 본문을 채운다. 기술적인 배경을 이해하고 세부사항까지 흥미가 있는 독자가 상세하게 확인할 수 있도록 하는 부분이다. 본문은 논리적 연결에서 일관성 있는 형식을 가져야 하는데, 자연스럽게 주제로부터 추측이 가능한 형태로 이어져야 할 것이다.

앞의 예에서, 둘째 문장 이후가 본문인데, 연료전지 자동차가 왜 무공해인지에 대하여 매우 논리적으로 서술하고 있다. 무공해라는 단일주제에 대한 일관성을 지키고 있으며, 문장의 전후 연결도 조리에 맞으며 통일성도 잘 갖추고 있다.

문단에서 문장배열은 전달할 내용에 가장 적합한 패턴을 선택한다. 원인과 영향 분석(cause-effect analysis)인 경우에는 핵심 주제를 먼저 설명으로 하고, 이를 증빙하는 세부내용의 순서로 정리한다. 중요성의 순서가 적합한 경우에도, 공간적 위치, 실험(혹은 제작) 순서, 작동 순서, 발견 순서 혹은 존재하는 순서에 따라 배열할 수 있다. 다른 결과와 비교(혹은 비유)인 경우에는 나뉠대로 효과적인 배열방법과 연결단어를 선택한다. 세부사항을 여러 개의 소문단으로 구분하는 경우에도,



다음 그림처럼 주장을 함축적으로 제시한 후 세부내용으로 본문을 채우는 것이 항상 효과적이다.

다. 미흡한 문단을 교정한 예

다음은 앞에서 설명한 요령이 부족한 문단의 예이다.

알곤 공정의 운영비용은 제한한 수소 공정보다 75% 높다. 초기 자본투자는 540만불로, 수소공정의 약 3배에 달한다. 그럼에도 알곤 판매, 암모니아 생산증가와 다른 공장에서 천연가스 감소에 따른 연 수입은 수소공정에 의한 수입에 비하여 160% 높다. 본 가치분석에 의하면, 알곤 공정에 투자하는 것이 유리하다. 현재 알곤 공정의 가치는 1,003만불이다. 현 수소공정의 가격은 414만불이다.

첫 두 문장을 읽으면, 알곤 공정이 수소 공정보다 비싸므로 선택하지 않아야 한다는 인식을 준다. 그러나 문단을 다 읽으면, 알곤 공정이 수소 공정보다 투자 가치가 높다는 주장을 하는 것을 알 수 있다. 따라서 주제설명문을 바꾸고, 몇 개의 문장을 조합하거나 순서를 바꾸고, 중요한 내용에 힘을 실어서 교정하면, 다음과 같이 훨씬 좋은 문단이 된다.

알곤 공정에 투자하는 것이 수소 공정에 투자하는 것보다 분명히 유리하다. 알곤 공정이 운영비용이 비싸고 (약 75%) 초기투자 비용이 높더라도(약 300%), 알곤 판매, 암모니아 생산 증가 및 천연가스 소요 감소를 감안하면 연간 수익이 수소 공정에 비하여 160% 높기 때문이다. 본 가치분석에 의하면, 현재 알곤 공정의 가치는 1,003만불인데, 수소 공정의 가치는 414만불에 지나지 않는다.

4. 문단 구성 형식의 종류

문단 구성에서 일관성을 유지하는 방법은 내용과 저자의 목적에 따라서 여러 가지 다양한 형식이 있다. 다음에는 기술논문에서 많이 쓰는 문단 구성 형식을 설명하고, 문단의 세 요소를 잘 갖춘 예를 이태력체로 실었다.

가. 시차적 해설(Chronological description)

시간적인 틀로 문장을 연결하는 방식은 i) 일의 순서를 단계적으로 서술하거나, ii) 처방을 제시, 혹은 iii) 진도보고서나 과학기술평론에서 과거 문헌의 분석 등에 적합하다. 이런 패턴의 특징은 시간을 나타내는 부사의 사용, 동사의 시제표현 및 대구법의 사용에서 두드러진다. 그러나 모든 구문적 요소의 사용빈도는 경우에 따라 다르다. 예로, 표준화된 과정을 설명할 때는 대구법의 사용이 적절하고, 참고자료를 해석하는 경우에는 시간표시 부사와 부사구의 사용이 두드러질 것이다.

구문적 요소	대표적인 단어의 예
시간의 나타내는 부사와 부사구 사용	2001년에, 지난 번에, 첫째로, 둘째로, 마지막으로, 끝으로 등
동사 시제의 시간적 배열	처음에는 ...했었고, 다음에하였으며, 지금은...하고, 앞으로는 ...할 것이다. 등
대구법 사용	공구를 놓고, 나사를 조절하고, 치수를 읽고, 전원을 켜다. 등

1997년 국가연구개발예산은 1조 2,185억원에 달하여 전년 대비 8.6% 증가하였고, 1987년에 비하여 약 6배에 달한다. 1995년 기준가격에 비교하더라도, 우리나라의 정부 R/D 투자는 지난 5년간 연 평균 13.1%씩 증가하는 추세를 나타낸다. 이와 같은 예산 증가는 1992년부터 범부처적으로 시작된 선도기술개발사업에 대한 투자가 본 계도에 접어들었기 때문이다. 각 부처에서 신규사업을 시작한 것도 예산증가에 중요한 몫을 차지한다. 그리고 정보통신산업의 팽창에 따른 R/D 수요와 환경산업에 대한 기술개발이 전체 증가의 30-40%를 차지한다. 재료분야는 국가예산의 12% 내외를 차지하고 있다.

나. 원인-결과 분석(Cause & Effect Analysis)

원인-결과 분석은 기술논문에서 많이 쓰이는 패턴이다. i) 논리적 주장, ii) 공정 설명, iii) 관찰된 현상에 대한 해석, iv) 현상해석에서 예측 등을 다루는 문단에 적합하다. 이 방식은 항상 원인을 먼저 쓰고 다음에 결과를 쓰는 것이 좋다. 이런 순서를 채택함으로써 인과관계를 나타내는 표시단어의 사용을 최소화 할 수 있다.



이런 문단의 특징은 접속어, 접속구 및 종속절 사용, 원인을 표시하는 사역동사와 조건부로 범위를 한정하는 단어의 사용이 빈번한 것이다. 인과관계에서 시간적인 순서가 중요하면 앞의 시차적 서술방식도 적절하다. 동일 단어를 반복 사용하면, 전후 문장의 연결과 논리전개가 매끄러워진다.

구문적 요소	대표적인 단어의 예
접속어와 접속구	그러므로, 결과적으로, 따라서 등
종속절	... 때문에, ...이므로, ...에 기인하여 등
사역동사	원인이 된다. 영향을 미친다, 필요하다, 야기시킨다. 등
조건부로 범위 한정	...경우에는, ...하면, 의 범위에서 등

액체의 중요한 특징은 표면이 탄성체와 같아서, 항상 표면적을 감소시키려는 성향을 나타낸다. 이처럼 표면적을 줄이려는 결과로 액체방울은 가능한 구형을 형성하려 한다. 표면장력은 액체 내부에 존재하는 분자 사이에 등방성의 탄성인력이 작용하기 때문이다. 즉, 표면 근방에 위치하는 분자는 밖이 아니라 내부로부터 인력을 받는다. 따라서 표면 분자는 액체 안으로 끌리는 힘을 받기 때문에, 이 분자를 떼어내려면 힘이 필요하다. 표면 분자를 액체의 인력 범위에서 제거하는데 필요한 에너지는 표면장력이며 표면적에 비례한다.

다. 비교-대조(Comparison & Contrast)

제품, 공정, 방법, 이론 등의 비교·분석에서 두 개 이상의 사실이 서로 비슷 혹은 다름을 비교할 때 적당한 문단 패턴이다. 산업체의 기술문서에서 기술적인 개선에 따른 가격인상 요인의 균형을 취해야 하는 경우에 흔히 볼 수 있다. 비교-대조 방식의 구문적 특징을 다음 표에 정리하였다. 비교/대조법에서 중요한 사항은 저자가 중립적인 관찰자 입장에서 단순 비교만 하지 말고, 저자의 의견을 표시하여 색깔을 넣어야 내용에 힘이 실리고 논문이 산다.

이 방식을 취할 때, 하나의 비교인자에서 다른 것으

구문적 요소	대표적인 단어의 예
접속어와 접속구	그러나, 반대로, 바꾸어 말하면, 다른 측면에서, 처럼 등
비유적으로 범위 한정	보다 많다, 적다, 크다, 다르다, 높다, 낮다, 동일하다, 유사하다 등
범부사	X가 적용하기 쉬운 것이다. 이에 비하여 Y는 어려움이... 예상된다 등
종속절	그러나, 그럼에도 ... 이지만 등
대구법 사용	X는 신뢰도가 높고 효율적이다. Y는 신뢰도가 떨어지고 덜 효과적이다.

로 왔다갔다하는 모습은 피해야 한다. 예로 A, B, C와 D의 4개 항목으로 X와 Y를 비교할 때, A, B와 C는 X가 유리하고 D는 Y에 장점이 있으면, 두 그룹(즉, D와 나머지)으로 나누어 비교(혹은 대조)하는 것이 좋다. 이렇게 정리하는 것이 독자가 X가 Y보다 3항목에서 좋다는 사실을 쉽게 이해할 수 있기 때문이다. 만약 독자에게 더욱 상세하게 알릴 필요가 있다면, 비교항목에 대한 표로 정리하는 것도 좋은 방안이다.

지난 30년간 컴퓨터의 연산속도는 100만배 이상 빨라진 사실이 이분야의 기술발전 모습을 가장 잘 나타낸다. 연산속도 증가는 컴퓨터 하드웨어의 발달의 결과이다. 최초의 컴퓨터인 1940년대 ENIAC은 진공관으로 큰 방을 차지했으며, 전선의 길이만도 수 마일에 달하였다. 현재 ENIAC에 비하여 200배 빠르지만 손바닥만한 크기의 컴퓨터를 \$200에 구입할 수 있다. 이것은 ENIAC에 비하여 메모리 용량과 기능이 훨씬 크고, 신뢰도가 1,000배 이상 높으며, 값은 1/10,000에 지나지 않는다. 과거에는 기관차의 동력을 쓰던 전력이 전등을 켜는 정도의 전력으로 충분하게 발전하였다.

라. 나열(Listing)

기술논문에서 정보와 지식을 일람표 형식으로 나열할 기회가 많다. 실험내용의 설명에서 장치목록을 만들고, 진도보고서에서 완료된 내용과 해야할 일을 목록으로 정리하는 것이 효과적일 것이다. 새로운 제품을 개발하는 제안의 경우에도 추천하는 선택의 장점과 그 이유를 나열하여 설득력이 높일 수 있다. 나열식 문단에는

항상 대구적 문장표현을 준수하여야 한다. 그리고 중요성이 같지 않으면, 항상 중요한 것 순서로 배열한다.

석탄과 원자력 에너지에 추가하여, 다양한 종류의 에너지원이 새롭게 보고되고 있다. 그럼에도 대부분의 새로운 에너지원은 아직 실용화되지 못하고 있다. 신 에너지 중에서 지열의 실용화가 가장 가깝다고 예측되고 있다. 이태리와 아일랜드에서 이미 사용되고 있으나, 아직 모든 필요조건을 만족하기에는 미흡하다. 태양열은 자원이 무한정하고 지구온난화의 주범인 이산화탄소의 배출이 없다는 점에서 이 가장 매력적인 아이디어이다. 그럼에도 태양열을 이용하는 현재의 기술수준으로 주 에너지원이 되기에는 아주 절망적이다. 풍력발전과 마이오 매스를 이용한 발전도 연구되고 있다. 이런 신 에너지 기술적 효율이 향상되고 생산가격이 합리적인 수준으로 떨어지면, 장기적으로는 중요한 에너지 자원으로 자리잡을 것이다.

마. 효과적인 세부내용 배열 방식

주제와 주장을 증명하는 자료를 세부사항으로 제공하는 문단에서는 항상 공통적으로 적용되는 내용을 먼저 쓴다. 제한적인 조건에서 증거가 되는 특징적인 사항을 다음에 쓰는 것이 좋다. 즉, 뒤에 오는 문장은 앞의 문장에 비하여 좁은 범위와 틀에 초점이 맞추어져야 된다.

자기 베어링은 항공기용으로 개발되었으나, 최근에 에너지 저장장치에 핵심기술로 그 가치를 인정받고 있다. 이처럼 기술적 혁신이 이루어지는 데에는 휘토류-코발트계 영구자석의 자기적 특성이 크게 향상이 크게 기여하였다. 최신 10lb의 영구자석은 2톤의 모터를 작동시킬 수 있다. 이 하중을 영구자석이 지지하기에는 불안정한 조건이지만, 전자기 서보 회로는 모터의 위치를 성공적으로 안정시키고 있다.

바. 기타 형식

앞에 나열한 패턴 외에, 문단의 목적과 기능에 따라

서 분류-구분법(Classification - Division), 예문제시 방법(Exemplification), 동등비교법(Analogy), 정의 확장(Extended Definition) 등 여러 가지가 쓰인다. 뿐만 아니라, 두 가지 이상의 패턴이 같이 쓰이는 예도 허다하다. 한 예로 용어나 공정의 정의제시에서, 더 익숙한 것과 비교하거나 원인-결과 분석 형식으로 설명한 후에 다른 방식으로 의미를 확대해석 한다. 주제를 종류에 따라 구분하여 표로 나열하고, 서로 비교/대조하는 것도 효과적이다. 이와 같은 변형을 사용하더라도 본문의 주제와 일관성과 패턴의 통일성 유지하여 문단의 뼈대를 지키는 것은 역시 중요하다.

분류-구분법의 예 :

플라이 휠은 태양열과 풍력의 이상적인 저장장치처럼 보인다. 햇볕이 나지 않거나 바람이 불지 않을 때 발전기에 전력을 공급할 수 있어서, 발전시설의 하중을 부드럽게 한다. 모터를 작동 순간에 동력 수요가 공급 용량을 초과하면, 최대 전력을 공급할 수도 있다. 플라이 휠은 한번 돌기시작하면, 하중이 변하는 조건에서 전력을 가장 신속하게 공급한다. 따라서 산업용과 농업용 동력 공급에 장점이 많다.

예시 제시법의 예 :

스칼라와 벡터 양. 둘 모두 정의에 최소 2개의 인자가 필요하다. 첫째는 수량으로 표시되는 크기이고, 둘째는 적당한 단위이다. 전자는 두 개 인자로 충분하다. 예로, 25cm라 하면, 부피가 양과 단위로 정의된 것이다. 후자는 방향인자를 추가해야 완전하게 정의된다. 힘을 얘기할 때, 200dyne의 힘이 위로 작용한다고 해야 충분하다. 단위를 제외하고 크기만으로 충분하면 스칼라 양이다. 크기와 함께 방향을 제시해야 충분한 것을 벡터 양이라 불린다. 변위, 속도, 가속도, 힘, 중력, 토크 등은 방향의 개념이 필요하므로 벡터 양이다. 하중, 에너지, 속력 등은 방향과 관계없으므로 스칼라 양이다.