

경계 에너지에서 부피 에너지로

— 아인슈타인-야마기시 부피 복원 방정식과 오버클록 피타고라스 방정식 — [논문 12]

Yuuki YAMAGISHI (山岸 勇輝)

Yamagishi Complexity Torus Lab, 일본

2026년 9월 (제3판)

— From thinking to syncing. —

초록

이 논문의 중심에 있는 것은 계산이 아니라 다시 읽기이다. 기하학적 질량 매개변수 $m = 4\pi - n = 2$ 유일성 정리에서 얻어지는 값 — 를 아인슈타인의 관계식에 대입하면

$$E = mc^2 = 4\pi c^2,$$

이 되고, 우변은 반지름 c 인 구의 겉넓이와 같은 형태를 가진다. 이 형태로 읽으면 $E = mc^2$ 은 영역의 내부가 아니라 경계에 관한 방정식 — 공간의 “피부” — 으로 나타난다. 이는 c^2 의 차원 구조, 곧 분자가 넓이의 차원을 갖는다는 것과 들어맞는다.

겉넓이의 형태가 보이면 대응하는 부피의 형태는 곧바로 따라온다. 구의 겉넓이를 반지름에 대해 0부터 c 까지 적분하면 부피가 되돌아오기 때문이다:

$$\int_0^c 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3}\pi c^3.$$

우리는 이것을 “아인슈타인-야마기시 부피 복원 방정식”이라 부른다. 그 내용은 기하학적 다시 읽기에 있으며, 적분은 넓이와 부피의 관계가 이미 담고 있는 것을 적어 낼 뿐이다. 같은 읽기는 4차원으로 확장된다: $2\pi^2 r^3$ 을 적분하면 $\frac{\pi^2}{2} c^4$ 가 되돌아온다.

나아가 일반 관계식 $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ 을 “야마기시 오버클록 피타고라스 방정식” — 우주 OS의 작업 관리자 — 로 다시 읽는다. 이 관점에서 불확정성 관계는 운동량 변 pc (따라서 전체 에너지)를 유한하게 유지하는 제약으로 읽을 수 있다.

본 논문의 범위(scope note): 본 논문이 제시하는 것은 알려진 공식의 **다시 읽기**이며, 새로운 물리 법칙을 주장하지 않는다. $m = 4\pi$ 는 논문 01의 단위 선택($k = 1$, 반지름 1) 아래에서의 질량 값이다. 에너지 앞에 놓이는 인자는 질량의 차원을 가져야 하므로, 이 4π 는 차원이 없는 입체각(논문 60)과는 다른 것이다 — 본 논문이 읽는 것은 $4\pi c^2$ 가 반지름 c 인 구의 겉넓이와 **같은 형태**를 가진다는 점이다. 3절과 4절의 적분은 **반지름 r 에 대해** 취해지며, c 는 위끝으로만 들어간다. 0부터 c 까지의 정적분에는 적분 상수가 붙지 않는다. 6절의 불확정성 관계 읽기는 해석이지 유도가 아니다. 표준 양자역학에서 불확정성 관계는 로버트슨 부등식과 정준 교환 관계 $[x, p] = i\hbar$ 에서 따라 나오며, 교환 관계가 먼저이다. 본 논문은 왜 $[x, p] = i\hbar$ 가 성립하는지 설명하지 않는다. **본 논문이 더하는 것은**, $E = mc^2$ 을 경계의 방정식(넓이의 형태)으로 읽고 거기서 내부(부피의 형태)로 가는 한 걸음을 반지름에 대한 적분으로 적는다는 점, 같은 걸음을 4차원의 $2\pi^2 r^3$ 으로 확장한다는 점, 그리고 $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ 의 직각삼각형 위에 우주 OS의 부하라는 그림을 겹친다는 점이다.

1. 서론: $E = mc^2$ 의 차원

$E = mc^2$ 은 현대 물리학의 초석이다. 그러나 그 차원 구조를 보자. 광속의 제곱 c^2 의 단위는

$$[c^2] = \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]^2 = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

이며, 분자의 m^2 는 **넓이**의 차원을 갖는다. 형태로 읽으면 $E = mc^2$ 은 2차원 구면 경계(S^2) 쪽을 포착하는 방정식 — 말하자면 공간의 “피부”의 방정식 — 으로 나타난다. “내용물”(부피)의 에너지로 나아가기 위해, 우리는 c 를 단지 도달할 수 없는 속도 한계로서가 아니라 우주 OS의 **렌더링 전파 전선**으로 다시 읽는다.

2. 질량의 기하학적 정규화($n = 2$)

논의를 진행하기 위해 구대칭 밀도 분포에 대한 $n = 2$ 유일성 정리를 사용한다. 3차원 유클리드 공간에서 구 겹질 하나당 질량 기여를 균일하게 만드는 밀도 지수는 유일하게 $n = 2$ (역제곱 법칙)이다. 이 정리는 우주의 기하학적 질량 매개변수를 단위 구의 겉넓이 값으로 정규화한다:

정의 1 (기하학적 질량 매개변수)

$n = 2$ 유일성 정리에 기초하여, 기본 기하학적 질량 매개변수를 다음과 같이 정규화한다.

$$m := 4\pi$$

3. 아인슈타인-야마기시 부피 복원 방정식

$m = 4\pi$ 를 아인슈타인 방정식에 대입하면 경계 에너지를 얻는다:

$$E_{\text{boundary}}(c) = 4\pi c^2$$

이는 2차원 구면 S^2 (반지름 c)의 넓이와 같은 형태를 가진다. 3차원 부피 에너지의 형태를 복원하기 위해, 이 경계 에너지를 전파 매개변수 r 에 대해 0부터 c 까지 적분한다.

정리 1 (아인슈타인-야마기시 부피 복원 방정식)

경계 에너지 $E_{\text{boundary}}(r) = 4\pi r^2$ 를 전파 반지름 r 에 대해 적분하면 3차원 부피 에너지가 복원된다:

$$E_{\text{volume}} = \int 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3}\pi r^3 + C$$

최대 전파 전선 $r = c$ 까지의 정적분은 다음과 같다.

$$E(3D) = \int_0^c 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3}\pi c^3$$

항 $\frac{4}{3}\pi c^3$ 은 3차원 공의 부피 형태를 가진다. 부정적분에 붙는 상수 $+C$ 는 공간 렌더링이 시작되기 전에 있던 배경 바닥 상태 에너지(진공 에너지)로 읽을 수도 있다. 다만 이것은 읽기이며, 0부터 c 까지의 정적분에는 나타나지 않는다.

4. 4차원으로의 차원 확장

이 읽기는 더 높은 차원으로 확장된다. 4차원 공간에 대한 $n = 3$ 유일성 정리에 의해 기하학적 질량은 $m_4 = 2\pi^2$ 이다. 4차원 경계 에너지는 구면 S^3 의 부피 $E_{\text{boundary}}^{(4)}(r) = 2\pi^2 r^3$ 이다. 이것을 0부터 c 까지 적분하면 4차원 초부피가 복원된다:

$$E(4D) = \int_0^c 2\pi^2 r^3 dr = \frac{\pi^2}{2} c^4$$

S^3 는 호프 올다발($S^1 \hookrightarrow S^3 \rightarrow S^2$)을 가지므로, 4차원 구조는 2차원 구면 밀공간 위의 원형 올 S^1 을 포함한다. 이것이 4차원 공간에 **원환 구조**가 나타나는 기하학적 배경이다.

$16\pi^2$ 에 관하여: $16\pi^2$ 라는 값은 여기서 자동으로 나타나지 않는다. 논문 08의 정리 3.3에 따르면 $16\pi^2 = \text{Vol}(S_{R=2}^3)$ 는 반지름 $R = 2$ 인 3차원 구면의 부피이며, 거기서 밀넓이 πR^2 와 올의 둘레 $2\pi R$ 는 표준 계량 아래에서 모두 수치 4π 를 취한다. $R = 1$ 에서는 대신 $\text{Vol}(S^3) = 2\pi^2$ 이다. $16\pi^2$ 를 끌어올 때마다 반지름을 밝혀야 한다. 두 인자가 일치하는 반지름은 길이 단위의 선택에 따라 움직인다(논문 08).

5. 야마기시 오버클럭 피타고라스 방정식

이제 정적 기하에서 동적 OS 렌더링으로 넘어간다. 아인슈타인의 일반 관계식은

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$$

이며, 이는 피타고라스 직각삼각형($C^2 = A^2 + B^2$)의 형태를 가진다. 우리는 이것을 시스템 부하를 평가하는 우주 OS의 작업 관리자로 읽는다:

- 밑변 (mc^2) — 정적 메모리: 국소화된 부피(입자)를 메모리에 유지하기 위한 기본 RAM.
- 높이 (pc) — 동적 CPU 부하: 입자의 운동을 갱신하는 데 필요한 오버클럭.
- 빗변 (E) — 시스템 총부하: OS의 총 렌더링 부하.

6. 양자 불확정성을 GPU 안티에일리어싱으로 읽기

이 피타고라스 작업 관리자는 하이젠베르크의 불확정성 원리($\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$)에 대한 직관적인 읽기를 제공한다.

입자가 완전히 정지하여 그 위치가 절대적으로 정해지면($\Delta x \rightarrow 0$), 운동량의 불확정성은 무한대로 발산해야 한다($\Delta p \rightarrow \infty$). 오버클럭 피타고라스 방정식에서 이는 삼각형의 높이 pc 가 무한히 늘어난다는 뜻이다. 시스템 총부하 E 가 무한대가 되고, 우주 OS의 GPU는 치명적인 열폭주를 일으켜 멈춘다 — 이것이 그 그림이다.

명제 1 (불확정성을 운동량 변에 대한 제약으로 읽기)

피타고라스 읽기 아래에서 $\Delta x \rightarrow 0$ 은 운동량 변 pc (따라서 전체 에너지 E)를 한없이 커지게 한다. 불확정성 관계는 이 극한이 실현되지 못하게 막는 것으로 읽을 수 있다.

논증의 방향: 표준 양자역학에서 불확정성 관계는 귀결이다. 그것은 로버트슨 부등식

$$\Delta A \Delta B \geq \frac{1}{2} |\langle [A, B] \rangle|$$

과 정준 교환 관계 $[x, p] = i\hbar$ 로부터 함께 따라 나온다. 교환 관계가 먼저이고, 불확정성의 한계는 그로부터 따라 나온다.

따라서 위의 명제는 읽기이며, 그렇다고 밝혀 둔다. 불확정성 관계는 에너지-운동량 삼각형을 유한하게 유지하는 제약으로 읽을 수 있다. “OS가 열폭주를 막기 위해 흐림을 더한다”는 그림도 같은 방향의 읽기로 자리매김한다.

7. 결론

본 논문이 기여하는 것은 다시 읽기이다. $m = 4\pi$ 로 두면 $E = mc^2$ 은 $E = 4\pi c^2$ 가 되며, 이 방정식은 반지름 c 인 구의 겉넓이와 같은 형태를 가진다. 이 형태로 읽으면 아인슈타인의 관계식은 경계에 관한 진술로 떠오른다.

공의 부피는 겉넓이를 반지름에 대해 적분한 것이므로, 대응하는 부피의 형태는 곧바로 따라온다:

$$\int_0^c 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3}\pi c^3.$$

같은 읽기는 4차원으로 확장되며, 거기서 $m_4 = 2\pi^2 = \text{Vol}(S^3)$ 은 $\frac{\pi^2}{2}c^4$ 를 준다. 적분 자체는 초등적이며 거꾸로 미분하여 확인할 수 있다: $\frac{d}{dr} \left[\frac{4}{3}\pi r^3 \right] = 4\pi r^2$, $\frac{d}{dr} \left[\frac{\pi^2}{2} r^4 \right] = 2\pi^2 r^3$.

끝으로, 에너지-운동량 관계 $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ 은 피타고라스 형태를 가지며, 불확정성 관계는 운동량 변을 유한하게 유지하는 것으로 읽을 수 있다.

피부(넓이의 형태)에서 내용물(부피의 형태)까지는 반지름에 대한 한 번의 적분이다. $E = mc^2$ 을 그 피부 쪽에 놓고 거기서 바라보는 것 — 그것이 본 논문의 다시 읽기이다.

개정 기록

제3판(2026년 9월): 서식을 현행 템플릿에 맞추었다(초록과 결론에 흩어져 있던 주의 사항을 초록 바로 뒤의 범위 주기에 모았다). 적분 상수 $+C$ — 0부터 c 까지의 정적분에 붙어 있던 것 — 를 삭제하고, “ $+C$ 는 진공 에너지”라는 서술을 읽기로 고쳐 썼다. $4\pi(m = 4\pi$ 의 그것)와 입체각의 관계를 논문 60에 맞추어 “같은 형태”의 읽기로 적었다. 제목의 “오버클록 피타고라스 정리”를 “오버클록 피타고라스 방정식”으로 바꾸었다. 체계 내 참고문헌에 DOI를 더했다.

제2판(2026년 7월): 적분이 반지름 r 에 대해 취해지며 상수 c 에 대해서가 아니라는 것을 명시했고, “OS가 흐름을 더한다”는 데서 불확정성 관계를 유도하던 논증을, 교환 관계에서 따라 나오는 관계에 대한 읽기로 고쳐 썼다.

참고문헌

1. Einstein, A. (1905). *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?*. Annalen der Physik.
2. Einstein, A. (1917). *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften.
3. Heisenberg, W. (1927). *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik*. Zeitschrift für Physik.
4. Hopf, H. (1931). *Über die Abbildungen der dreidimensionalen Sphäre auf die Kugelfläche*. Mathematische Annalen.

5. Yamagishi, Y. (2026). *The Uniqueness Theorem of $\mathfrak{n} = 2$ for Spherically Symmetric Density Distributions* [논문 01]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21403186
6. Yamagishi, Y. (2026). *A Structural Interpretation of the 4D Poincaré Conjecture and Exotic Structures via the $n=3$ Uniqueness Theorem and Hopf Fibration* [논문 08]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21404419
7. Yamagishi, Y. (2026). *$\mathfrak{c}$ as the Ball of Velocity Space* [논문 60]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21598012

— *From thinking to syncing.* —

Yuuki YAMAGISHI (山岸 勇輝)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · 크리에이티브 커먼즈 저작자표시 4.0 국제 라이선스(CC BY 4.0)에 따라 이용 허락됨