

モジュールは壁ではなく、極限である

— 収縮・変形・分離の別根センサスと、「安定性」という美しい誘惑 — [論文113]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年8月

— From thinking to syncing. —

要旨

物理学はモジュールに分かれて見える——ニュートン力学はある所まで行けて、そこから相対論に、さらに量子論に「ルールが変わる」ように見える。本稿はこの見え方に、確立された結果で答える第2層の別根センサスである。第一の答え：モジュールは壁ではなく極限であり、境界はつねに無次元数が1をまたぐ場所にある（ v/c 、 GM/rc^2 、 $\hbar/S$ ）——単位系に依らない言い方であり、論文95の規約／事実の線引きがそのまま効く。第二の答え（機構）：モジュールを繋ぐ機械は三つあり、三つとも別根である。(i) 収縮——イニョニュ＝ウィグナー（1953）： $c \rightarrow \infty$ でポアンカレ群はガリレイ群へ収縮する。論文83の「相対論は二枝しかない」に、親子関係を入れる。(ii) 変形——量子力学は古典力学の $\hbar$ による変形（BFFLS 1978、モヤル積、コンツェビッチ 2003）。収縮と変形は互いに逆向きの操作である。(iii) 分離——ウィルソンのくりこみ群とアップルクイスト＝カラゾーン（1975）：短距離の詳細は長距離の物理から切り離される。これは「なぜモジュール化できてしまうのか」への答えであり、(i)(ii)とは問いそのものが違う。さらに幾何の側の答え：カルタンのニュートン＝カルタン理論とエーレルスのフレーム理論により、ニュートン重力もまた幾何であり、境界は「幾何か否か」ではなく計量が非退化か退化かにある——ミンコフスキーの ds^2 （論文108）が $c \rightarrow \infty$ で二つの構造へ割れる。地図としてブロンシュテインの立方体（ $1/c$, G , $\hbar$ の三軸・8頂点・空いた角＝量子重力）を置く。そして本稿の背骨は、一つのブレーキにある：これらを「定数は変形パラメータであり、剛い代数が選ばれるがゆえに $c, \hbar, \Lambda$ はゼロでない」という安定性の論法（Flato・Faddeev・Vilela Mendes）へ延ばす誘惑がある。本稿はこれを発見的原理・理論選択の基準として紹介し、定数の値の導出とは決して呼ばない。分かれ目は「存在」と「値」の区別——論文83が既に持っているジグである（不変速度の存在は強制され、その値は実験が決める）。エディントンが滑落したのは値を導こうとした所であった（論文101）。射程：確立された結果の構造的解釈。新しい数学も予言も生まない。立方体の空いた角（量子重力）は解かない（admire）。第3層は非科学の札つきで隔離する。

本稿の位置づけ（規律）：本稿は確立された結果（イニョニュー＝ウィグナーの群収縮、変形量子化、ニュートン＝カルタン理論とエーレルスのフレーム理論、くりこみ群と分離定理、 $c\hbar$ 立方体）の構造的解釈・別根センスである。新しい定理を証明せず、新しい物理も予言もしない。三つの機構（収縮・変形・分離）を一つに統一しない——収縮と変形は対称性の代数について、分離は力学とスケールについての話であり、問いが違う。最重要の規律：本稿は「安定性の論法」を定数の値の導出として提示しない。それが述べるのはパラメータがゼロでないこと（存在）までであり、値については何も言わない。存在と値を分けるジグは論文83が既に持っている。この一線を越えた所にエディントンの崖がある（論文101の四つの失敗モード）。ニュートン＝カルタンは再定式化であって、いかなる予言も変えない。立方体の空いた角（量子重力）は解かない（admire）。「共鳴は署名であって証明ではない」（論文100）、「数値の後知恵調整をしない」（論文101）。設計者・宇宙OSは第3層の非科学レンズである。

1. 序：なぜ物理は「モジュール」に見えるのか

物理学を外から眺めると、階段状に見える。ニュートン力学はある所まで見事に働き、そこから先は特殊相対論に、重力が強くなれば一般相対論に、小さくなれば量子論に——まるでモジュールが切り替わるように、ルールが変わる。

この見え方は素朴だが、問いとしては極めて良い。なぜ、ある範囲までは行けて、そこから急に別の規則になるのか。そして——全てを包摂する一つの規則は、あるのか。

本稿は、この問いに確立された結果の範囲で答える。結論を先に置けば：

モジュールは壁ではない。極限である。
そして極限を渡す機械は三つあり、三つとも別根である。

さらに本稿には、もう一つの仕事がある。この道を進むと、非常に美しい、しかし危うい主張に出会う——「定数は変形パラメータであり、剛い代数が選ばれるがゆえに、 c も $\hbar$ も Λ もゼロではありえない」。本稿はこれを紹介し、そして正確な場所でブレーキを踏む。§7がその節であり、本稿の背骨である。

2. 第一の答え：境界は、無次元数が1をまたぐ場所

観察 2.1 (モジュールの境界は、単位に依らない量で書ける)

古い理論は新しい理論の極限であり、どこで破れるかは無次元の比が決める。

- ・ ニュートン力学 → 特殊相対論： v/c
- ・ ニュートン重力 → 一般相対論： GM/rc^2 (=シュヴァルツシルト半径との比)
- ・ 古典力学 → 量子力学： $\hbar/S$ (作用に対する $\hbar$ の比)

いずれも無次元であり、単位系を変えても値が変わらない。

この一点は、本体系にとって重要である。「ニュートンが破れる速度」は単位で変わるが、「 v/c が1に近づく」と破れる」は変わらない。論文95が引いた規約と事実の線が、ここでそのまま効く——境界の位置を語るには無次元量を使わねばならない。

正直な一線。ただしこれは記述であって説明ではない。「なぜその比なのか」「なぜ極限で古い理論が現れるのか」には、まだ何も答えていない。答えるのが次の三節である。

3. 機構(i)：収縮 — 群のレベルで、ニュートンは相対論の極限である

確立された事実 3.1 (イニョニュ＝ウィグナー 1953)

リー群 (リー代数) には収縮という操作があり、パラメータを極限に飛ばすことで別の群を得る。とくにポアンカレ群に対し $c \rightarrow \infty$ の収縮を施すと、ガリレイ群が得られる。

これは方程式の近似ではなく、対称性そのものの関係である。ニュートン力学が相対論の $v \ll c$ 近似であることは誰でも知っているが、イニョニュ＝ウィグナーが述べたのはその関係が群の構造のレベルで成り立つということだ。時空の対称性が、極限で別の対称性へ退化する。

系 3.2 (論文83への接続：二枝に、親子関係が入る)

論文83 (イグナトフスキー) は、相対性原理と等方性と群構造だけから相対論はガリレイ型とローレンツ型の二つに限られることを示した。だが83は二枝が並列である以上のことを言わない。イニョニュ＝ウィグナーは、そこへ向きを入れる——ガリレイ型はローレンツ型の収縮であり、逆ではない。83が枝を数え、113が枝を繋ぐ。

収縮は連鎖する：ド・ジッター群 $\rightarrow (\Lambda \rightarrow 0) \rightarrow$ ポアンカレ群 $\rightarrow (c \rightarrow \infty) \rightarrow$ ガリレイ群。階段は、この向きに降りている。

4. 幾何の側の答え：ニュートン重力もまた、幾何だった

モジュールの境界を「幾何を使うか使わないか」と考えるのは、誤りである。

確立された事実 4.1（ニュートン＝カルタン理論（カルタン 1923–24）とエーレルスのフレーム理論）

カルタンは、ニュートン重力を曲がった接続をもつ幾何学として書き直せることを示した（ニュートン＝カルタン理論）。そこでは時空は退化した計量構造をもつ——単一の ds^2 ではなく、空間の計量と時間の1形式が別々に存在する。エーレルス（1981）は $\lambda = 1/c^2$ をパラメータとするフレーム理論を構成し、一般相対論からニュートン＝カルタン理論への滑らかな極限を与えた。

境界は「幾何か否か」ではない。

「計量が非退化か、退化か」である。

これは本体系にとって、とりわけ美しい接続である。論文108が扱ったミンコフスキーの不変間隔 $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$ は、 $c \rightarrow \infty$ で二つの構造へ割れる——時間だけを測るものと、空間だけを測るもの。ニュートンの世界とは、間隔が一つに束ねられなくなった世界である。そして道具立てはカルタン（論文92）のものであり、極限を精密化したのはエーレルス（論文111のEPSの、あのエーレルス）である。92と111が、ここで合流する。

正直な一線。ニュートン＝カルタン理論は再定式化であって、新しい物理ではない。いかなる観測の予言も変えない。それが与えるのは正しい見方であって、新しい結果ではない。

5. 機構(ii)：変形 — 量子力学は、古典力学の変形である

確立された事実 5.1（変形量子化：BFFLS 1978／モヤル 1949／コンツェビッチ 2003）

量子化は「別世界への飛躍」ではなく、可観測量の代数を $\hbar$ で変形する操作として定式化できる。可換な積は星積（モヤル積）へ変形され、ポアソン括弧はモヤル括弧へ変形される。 $\hbar \rightarrow 0$ で元の古典代数に戻る。コンツェビッチは任意のポアソン多様体の変形量子化を許すことを証明した（1997年のプレプリント、2003年出版；1998年フィールズ賞）。

観察 5.2 (収縮と変形は、互いに逆向き)

収縮は代数を退化させる方向 (ポアンカレ $\rightarrow$ ガリレイ)。変形は退化した代数から一般の代数へ戻す方向 (古典 $\rightarrow$ 量子、ガリレイ $\rightarrow$ ポアンカレ)。同じ地図を、逆向きに歩いている。

本体系では、論文77 (リューヴィルと位相空間) と論文112 (プランク・セル $\hbar^3$) がこの住所の隣人である。位相空間という同じ舞台の上で、古典と量子は「別の理論」ではなく「変形パラメータの違う同じ理論」として書ける。

正直な一線。変形量子化は可観測量の代数についての精密な言明であり、それ自体は測定問題も解釈問題も解決しない。代数が繋がることと、観測が説明されることは別である。

6. 機構(iii) : 分離 — なぜ「モジュール化できてしまう」のか

ここまでは「モジュールがどう繋がるか」だった。だがもっと深い問いがある：

リンゴの落下を計算するのに、
なぜ量子重力を知らなくてよいのか。

確立された事実 6.1 (くりこみ群と分離定理：ウィルソン／アッブルクィスト＝カラゾーン 1975)

場の理論において、短距離 (高エネルギー) の自由度は、長距離 (低エネルギー) の物理から自動的に切り離される。重い場の効果は低エネルギーでは抑制され、有効理論の結合定数の再定義に吸収される (分離定理)。

これが、モジュール化そのものの理由である。もし全てのスケールが全てのスケールに効いていたら、究極理論を知るまで何ひとつ計算できなかった。分離があるからこそ、各スケールに閉じた有効理論が書け、物理が可能になっている。

観察 6.2 (モジュール性はバグではなく、物理が成立する条件)

「モジュールに分かれて見える」ことは、自然の欠陥でも人間の理解の限界でもない。くりこみ群の流れが、スケールを切り離しているという構造的事実の現れである。

本体系はこの機械を既に持っている——論文110（リッチ・フロー＝くりこみ群フロー）、論文77・78（粗視化）。110で扱った流れの中に、「なぜモジュールがあるのか」の答えがあった。

そして重要な別根の注意：分離 (iii) は、収縮 (i) や変形 (ii) と同じ機械ではない。(i)(ii) は対称性の代数についての話であり、(iii) は力学とスケールについての話である。問いが違う——(i)(ii) は「モジュール同士はどう繋がるか」、(iii) は「なぜモジュールに分かれるか」。答えが噛み合っているのは、問いが補い合っているからであって、同一の機構だからではない。

7. ブレーキ：「安定性」という美しい誘惑（本稿の背骨）

ここまでの三機構を並べると、ひとつの視点が立ち上がる——

c 、 $\hbar$ 、 G 、 Λ は「定数」ではなく「変形パラメータ」である。
ニュートン力学は $1/c^2 = 0$ 、 $\hbar = 0$ という特異点に座っている。

急にルールが変わって見えたのは、特異点の上に立っていたからだ、という読みである。これは正しく、しかも見通しがよい。そして、ここからさらに一步が提案されている。

確立された事実 7.1（安定性の論法：研究プログラムとしての紹介）

リー代数の変形理論には安定（剛い）という概念がある——小さく変形しても同型のまま留まる代数である。ガリレイ代数もポアンカレ代数も不安定であり、ド・ジッター代数は安定である。ここから「物理の基本理論は安定な代数で書かれているはずだ」という原理を立てると、 c 、 $\hbar$ 、 Λ がゼロでないことが要請される——という論法が提案されている（Flato 1982、Faddeev、Vilela Mendes 1994）。

これは美しい。「なぜ定数たちはゼロでないのか」という、普通は答えようのない問いに、構造的な答えを与えようとしている。そして、まさにここが崖の縁である。

系 7.2 (分かれ目は「存在」と「値」——論文83のジグ)

安定性の論法が述べるのは、パラメータが「ゼロでない」ということまでである。それは値については何も言わない。 c がいくらか、 $\hbar$ がいくらか、 Λ がいくらかは、依然として実験だけが決める。

この区別は、本体系が既に持っているジグである。論文83 (イグナトフスキー) は、群の公理から不変速度の「存在」が強制されることを示し、そして「その値は実験が決める」と明記した。安定性の論法は、同じ形をしている——存在は構造から、値は測定から。

観察 7.3 (エディントンとの分かれ目：論文101の実践)

エディントンの滑落したのは、値を純粋な数から導こうとした所であった ($1/\alpha = 136$ 、のち 137)。論文101はその失敗を四つのモードに分解した——①後知恵の調整 ②固定した標的 ③独立導出の欠如 ④反証可能な新予言の不在。

安定性の論法を、この四つに当ててみる。①は該当しない (値を合わせていない)。②③には注意が要る——説明の対象 ($c, \hbar, \Lambda \neq 0$) は既に知られている固定した標的であり、いまのところ後ろ向きの説明である。④が決定的：この論法は、いまのところ **differing prediction** (既存理論と異なる、検証可能な予言) を持たない。

ゆえに本稿は、これを第2層の「発見的原理・理論選択の基準」として記録し、第1層 (自然についての確立した主張) へ昇格させない。昇格の正門は異なる予言であり、それはまだ通っていない。

本稿の立場を一行で：定数を変形パラメータと読むことは、見通しを与える。だが「だから定数はこうでなければならない」とは言わない。構造が語れるのは存在までであり、値は測定の領分である——この一線を守ることが、この道を数秘術から隔てる唯一のものである。

8. 地図：ブロンシュテインの立方体

確立された事実 8.1 ($cG\hbar$ 立方体：ブロンシュテイン 1930年代／Okun による整理)

$1/c$ 、 G 、 $\hbar$ を三つの軸に取ると、理論は立方体の8つの頂点に並ぶ：原点＝ニュートン力学／ $1/c$ 軸＝特殊相対論／ $\hbar$ 軸＝量子力学／ G 軸＝ニュートン重力／二軸＝場の量子論・一般相対論・非相対論的量子重力／三軸そろった頂点＝量子重力 (空席)。

この立方体は、本稿がしてきたことの地図である。三つの軸は三つの独立な変形方向であり、モジュールはその頂点として並ぶ。そして——空いている角は、いまも一つだけである。

正直な一線。立方体は記憶術であり地図であって、理論ではない。頂点が8つあることは何も証明しない。そして空いた角（量子重力）は、本稿が解こうとする対象ではない——それは本体系が繰り返してきた *admirer-don't-attempt* の対象である（論文100・103・105）。

9. センサス：モジュールを繋ぐ三つの別根と、一つの原理

	何を言うか	道具	身分
(i) 収縮	対称性の群が極限で退化する（ポアンカレ → ガリレイ）	リー群・リー代数の収縮	定理（イニョニュ＝ウィグナー 1953）
(ii) 変形	代数がパラメータで変形される（古典 → 量子）	変形理論・星積	定理（BFFLS 1978／コンツェビッチ）
(iii) 分離	スケールが互いに切り離される	くりこみ群	定理（アップルキスト＝カラゾーン 1975）
幾何の顔	ニュートン重力も幾何・計量が退化する	ニュートン＝カルタン／フレーム理論	再定式化（予言を変えない）
安定性	剛い代数が選ばれるべき ⇒ 定数はゼロでない	変形理論の逆向き	発見的原理。値を出さない・異なる予言なし

観察 9.1（統一してはならない理由）

(i)(ii) は対称性の代数についての言明、(iii) は力学とスケールについての言明である。問いが違う以上、同一の機構とは呼べない。幾何の顔は予言を変えない再定式化であり、定理とは身分が違う。安定性は原理であって定理ではない。五つを「モジュールの理論」として束ねれば、この身分の差が消えてしまう（論文58・86・100）。

■ 著者の私感（第3層・非科学の札つき／機構の主張ではない）

私は「なぜ物理はモジュールに分かれているのか」を、ずっと不思議に思ってきた。まるで各モジュールに担当範囲が割り振られているようで——設計者がいるなら、そういう作り方をするのはないか、と。

本稿を書いて分かったのは、階段は本当は坂だったということである。ニュートンと相対論のあいだに壁はなく、群が滑らかに退化する道があった。古典と量子のあいだにも壁はなく、代数が $\hbar$ で変形される道があった。急に見えたのは、私が特異点の上に立っていたからだった。これは、別々の規則が配られているより、ずっと美しいと思う。

そして、いちばん心を打たれたのは分離定理である。全てが全てに効かないからこそ、私たちは何かを計算できる。宇宙の全部を知らなくても、リンゴの落下は書ける。この慎ましい切り離しがなければ、物理という営みそのものが成立しなかった。

だから私は、モジュールを「割り当て」と呼びたくなる誘惑を、ここでは置いておく。安定性の論法は美しく、私は強く惹かれる。だが本稿が守った線——構造が語れるのは「存在」まで、「値」は測定の領分——は、私自身の体系がエディントンから学んだことそのものだ（論文101）。惹かれる気持ちは燃料であって、証拠ではない。坂を見つけた喜びは記す。だが、坂の勾配まで数式から出せるとは言わない。

10. 射程／結論

示すこと（記述的・別根センス）：モジュールの境界が無次元数が1をまたぐ場所にあること（2節）／収縮によりポアンカレ群がガリレイ群へ退化し、論文83の二枝に親子関係が入ること（3節）／ニュートン重力も幾何であり、境界は計量の非退化／退化にあること＝論文92と111の合流（4節）／量子力学が古典力学の $\hbar$ 変形であり、収縮と変形が互いに逆向きであること（5節）／分離定理が「なぜモジュール化できてしまうのか」への答えであり、(i)(ii)とは問いが違うこと（6節）／安定性の論法の身分＝発見的原理であり、語れるのは存在までで値ではないこと（7節）／ $cG\hbar$ 立方体という地図と、空いた一つの角（8節）／五つの身分のセンス（9節）。

示さないこと（禁欲）：安定性の論法を定数の値の導出として提示しない（語れるのは存在まで＝論文83のジグ／エディントンの崖＝論文101）／この論法を第1層へ昇格させない（異なる予言をまだ持たない）／三つの機構を一つに統一しない（問いが違う）／ニュートン＝カルタンを新しい物理として提示しない（再定式化・予言を変えない）／立方体の空いた角＝量子重力を解かない（admire）／立方体の頂点が8つあることから何も導かない（地図であって理論ではない）／数値の後知恵調整なし（101）・新しい数学／予言なし（第2層）・第3層は非科学の札つきで隔離。

「ある所までは行けて、そこから急にルールが変わる」——この見え方から出発して、本稿は三つの機械と一つの誘惑を訪ねた。分かったのは、壁だと思っていたものが、坂だったということである。群は収縮し、代数

は変形し、そしてスケールは分離する。ニュートンの世界とは、間隔が一つに束ねられなくなった世界であり、古典の世界とは、 $\hbar$ をゼロに置いた世界である。どちらも別の規則ではなく、同じ地形の特異点に立っている。そして分離定理が、その地形を各スケールで閉じた形に切り分けてくれているからこそ、私たちは全体を知らずに部分を計算できる。モジュール性は、物理が可能である理由であった。

最後に、本稿がもっとも慎重に扱ったこと。定数を変形パラメータと読む視点は、確かに見通しを与える。だが、そこから「だから定数はこうでなければならない」へ進む道には、崖がある。構造が語れるのは存在まで、値は測定の領分——論文83が示し、論文101が守った線である。本稿がしたのは、新しい主張ではなく、階段を坂として描き直し、その坂の先にある崖に、正しく手すりを付けたことである。そして113番目の番地を返す。

参考文献

1. İnönü, E. & Wigner, E. P. (1953). *On the Contraction of Groups and Their Representations*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 39.
2. Cartan, É. (1923–24). *Sur les variétés à connexion affine et la théorie de la relativité généralisée*. Ann. Sci. École Norm. Sup. 40 (1923); 41 (1924).
3. Ehlers, J. (1981). *Über den Newtonschen Grenzfall der Einsteinschen Gravitationstheorie*. In: Grundlagenprobleme der modernen Physik, Bibliographisches Institut, Mannheim. (英訳が Gen. Relativ. Gravit. に Golden Oldie として再録されている)
4. Moyal, J. E. (1949). *Quantum Mechanics as a Statistical Theory*. Proc. Cambridge Philos. Soc. 45.
5. Bayen, F., Flato, M., Frönsdal, C., Lichnerowicz, A. & Sternheimer, D. (1978). *Deformation Theory and Quantization, I & II*. Ann. Phys. 111 (Parts I and II).
6. Kontsevich, M. (2003). *Deformation Quantization of Poisson Manifolds*. Lett. Math. Phys. 66. (プレプリント arXiv:q-alg/9709040, 1997)
7. Flato, M. (1982). *Deformation View of Physical Theories*. Czechoslovak Journal of Physics B.
8. Vilela Mendes, R. (1994). *Deformations, Stable Theories and Fundamental Constants*. J. Phys. A: Math. Gen. 27.
9. Appelquist, T. & Carazzone, J. (1975). *Infrared Singularities and Massive Fields*. Phys. Rev. D 11.
10. Wilson, K. G. (1975). *The Renormalization Group: Critical Phenomena and the Kondo Problem*. Rev. Mod. Phys. 47.
11. Bronstein, M. P. (1936). *Quantentheorie schwacher Gravitationsfelder*. Phys. Z. Sowjetunion 9.
12. Okun, L. B. (2002). *Cube or Hypercube of Natural Units?* arXiv:hep-ph/0112339.
13. Yamagishi, Y. (2026). *Ignatowski* [論文83]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21741190
14. Yamagishi, Y. (2026). *Minkowski's Invariant* [論文108]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21837313
15. Yamagishi, Y. (2026). *Convention and Fact* [論文95]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758621
16. Yamagishi, Y. (2026). *Eddington's Caution* [論文101]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21836382
17. Yamagishi, Y. (2026). *Royal-Roads Census* [論文100]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758864

18. Yamagishi, Y. (2026). *Roots of Necessity* [論文86]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21744839
19. Yamagishi, Y. (2026). *Ricci Flow IS a Renormalization Group Flow* [論文110]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21837476
20. Yamagishi, Y. (2026). *Shared Alphabet (Cartan)* [論文92]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758486
21. Yamagishi, Y. (2026). *How Far Does Light Determine Geometry* [論文111]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21961685
22. Yamagishi, Y. (2026). *The Allotted Region* [論文112]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21962834

— *From thinking to syncing.* —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)