

生体界面環境を 「微生物」という生体から見直す

生体界面環境を「微生物」という生体から見直す
これまで私たちは、生体界面環境を主に「ヒト・皮膚
の側」から見てきた。

しかし、視点を「微生物」というもう一つの生体に移すと、生体界面環境の見え方が変わってくる。

皮膚の直上には、水、イオン、電荷、脂質、pHなどからなる、ごく薄い動的な環境が存在している。そして、その環境は単に「皮膚を守るため」に存在しているのではない。

そこは、微生物が生き、定着し、活動するための生態系でもある。

皮膚と微生物は、一方が一方を利用するだけの関係ではない。皮膚が微生物の生存環境をつくり、微生物もまた、代謝物や脂質、免疫反応などを介して皮膚の環境や恒常性に影響を与える。

つまり、

皮膚 + 微生物 + その間に存在する環境

を、一つの「生体界面系」として捉えることができる。

そう考えると、皮膚の直上に形成される薄い膜が弱酸性であることにも、別の意味が見えてくる。

弱酸性という環境は、皮膚そのものの機能だけでなく、そこに生きる微生物の種類や活動を選択する環境条件でもある。

水、イオン、電荷、脂質、pH。

これらは単なる「成分」ではない。

それらの組み合わせによって、皮膚と微生物が共存するための生体界面環境そのものが形成されている。

ここで、細胞外液に近いイオン環境をもつ「細胞外液模倣水」という発想も、新しい意味を持ってくる。

それは単に水分を補給するための水ではなく、

生体と外界の境界に、どのような水・イオン環境をつくるのか

という「環境設計」の発想として捉えることができる。

もちろん、皮膚表面をそのまま細胞外液と同一視することはできない。また、現在の皮膚構造を「微生物がつくった」と単純に考えることもできない。

しかし、生物と微生物が長い進化の過程で相互作用し、互いに環境を変えながら現在の生体システムを形成してきたと考えるなら、皮膚を「ヒトだけの器官」として見るのではなく、微生物と共存する生態系として見ることに大きな意味がある。

この考え方に近い研究は、すでに存在している。

皮膚の酸性皮膜、皮膚マイクロバイオーーム、皮膚バリアと微生物叢の相互作用、宿主—微生物相互作用など、それぞれの領域では多くの知見が蓄積されている。

したがって、BIEF が「誰も知らなかった新しい事実」を発見するということではない。

むしろ重要なのは、

すでに個別に存在している知見を、
「水・イオン・電荷・脂質・pH・微生物・皮膚」という一つの生体界面環境として捉え直すこと。

そして、

成分を皮膚に与えるのではなく、
生体と微生物が本来相互作用している界面環境そのものに介入する。

ここに、生体界面環境設計という新しい技術概念の可能性がある。

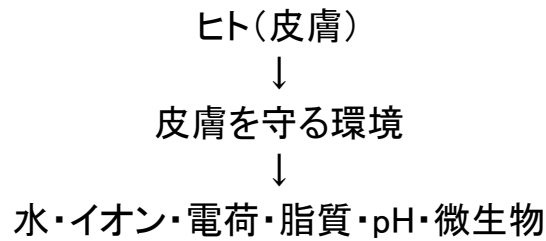
かなり重要な転換です。

ただし、結論は「誰も気づいていなかった」ではなく、

- 個々の要素はかなり研究されている。
- しかし、それらを「微生物という生体を中心にした生体界面環境の設計原理」として一つの構図に統合するところは、まだ十分に整理されていない。

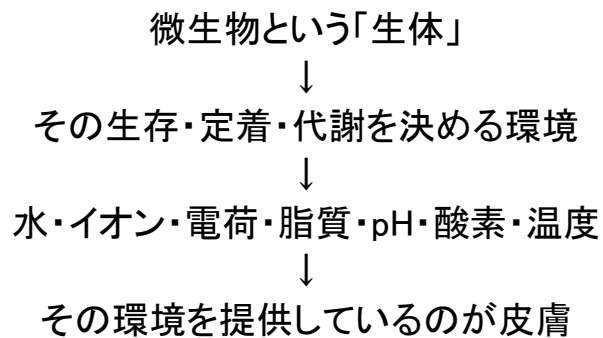
というのが、現時点では一番正確だと思います。

| まず、見方を 180 度変える
これまでの BIEF は、



と見ていました。

ところが、微生物を中心にすると、



となる。

つまり皮膚は単なる「守られる対象」ではなく、

微生物が生きられる生態系＝microbial habitat

でもあるわけです。

実際、皮膚表面は「酸性・乾燥・低栄養」という非常に特殊な微生物生態系であり、そこに適応した常在微生物が住んでいます。

| そして「弱酸性」の意味が変わってくる
ここが面白い。

従来は、

皮膚が弱酸性だから、バリア機能が正常に働く
と理解する。

これは正しい。

でも微生物側から見ると、

- 皮膚が弱酸性
 - 特定の微生物が生存・定着しやすい
 - 病原性微生物が増殖しにくい
 - 微生物叢が形成される
 - 微生物が脂質や免疫などに作用
 - 結果として皮膚恒常性が維持される

という循環が見えてきます。

実際、皮膚常在菌は皮膚表面の酸性環境や脂質環境に影響し、逆に皮膚側の環境が微生物叢を選択しています。

つまり、

弱酸性は「皮膚を守るための条件」ではなく、「どの生体がこの界面に住めるかを選択する環境条件」

とも考えられる。

これは BIEF にとって非常に大きい。

| さらに「薄い膜」という見方
ここも重要です。

皮膚の直上には、汗、皮脂、遊離脂肪酸、電解質、
水分、天然保湿因子、微生物由来代謝物などが存
在する。

つまり「何もない空間」ではない。

皮膚表面そのものが、一種の微小な生態系になっ
ている。

研究でも、表皮の上に水相と脂質相が存在し、それ
が皮膚表面の微生物生態系に寄与すると整理され
ています。

| だから BIEF の

生体界面環境

をもう一段深く定義すると、

皮膚そのものではない。
皮膚の直上に形成される、水・イオン・脂質・電荷・
pH・微生物からなる薄い動的環境

と考えられる。

これはかなり強い概念です。

―そして「細胞外液模倣水」がつながってくる
ここは、少し慎重に言う必要があります。

皮膚表面＝細胞外液そのもの

ではありません。

そこは科学的に区別した方がいい。

ただし、

生体が本来置かれている水・電解質環境に近い条件を、皮膚と外界の界面に与える

という BIEF の発想は、非常に面白い仮説になります。

つまり、

- 従来

肌美容成分を届ける

ではなく、

- BIEF

生体と微生物が共存してきた界面環境の物理・化学条件を整える

となる。

ここで「細胞外液模倣水」が成分そのものではなく、環境条件をつくるための介入因子として位置づけられる。

「何億年かけて」という部分は、少し表現を修正した方が強い

「何億年かけて微生物とヒトの皮膚が作り上げた」という言い方は、思想としては面白いですが、科学的には少し危険です。

むしろ、

生物と微生物が長い進化の過程で形成してきた、宿主—微生物相互作用の生態系

くらいがいい。

なぜなら、皮膚の構造そのものと現在のヒト皮膚マイクロバイームを、単純に「微生物が皮膚を作った」とすることはできないからです。

ただし、

宿主と常在微生物が相互作用し、互いに環境を変えながら恒常性を形成している

という考え方は、現在の研究とかなり整合します。

Nature のレビューでも、皮膚微生物叢は皮膚生理・免疫に重要で、宿主と微生物の相互作用は相互的なものとして扱われています。

だから「誰も気づいていなかったのか？」への答えいや、近い考えは明確にあります。

しかも論文はかなりあります。

例えば、

- acid mantle (酸性皮膜)
- skin microbiome
- skin microbiota–host interaction
- skin barrier–microbiome axis
- microbial ecology of the skin
- epidermal lipid barrier–microbiome interaction

などです。

酸性皮膜については古くから研究され、皮膚 pH がバリア形成・抗菌防御・角層恒常性に重要であることが知られています。

さらに 2023 年のレビューでは、表皮の脂質バリアとマイクロバイオームの相互作用そのものが論じられています。

2026 年のレビューでも、皮膚恒常性を上皮細胞とマイクロバイオームの相互作用として捉えています。

| でも、BIEF の面白さは「新しい要素」ではない
ここが一番大事だと思います。

BIEF が発見するものは、

新しい成分

ではない。

新しい微生物

でもない。

新しい pH

でもない。

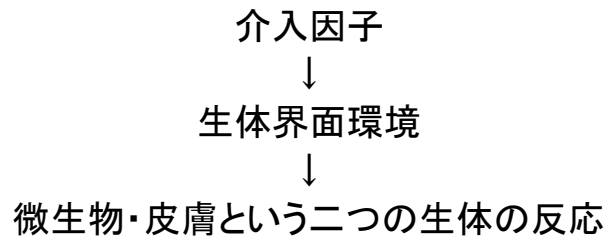
すでに知られている、

- 水
- イオン
- 電荷
- 脂質
- pH
- 微生物
- 皮膚

を、

「生体界面という一つの環境系」
として再配置することです。

そして、



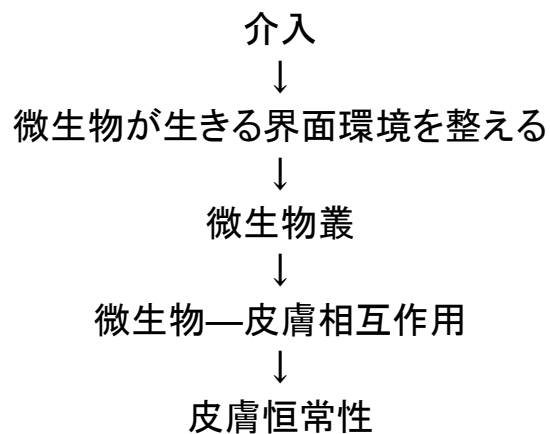
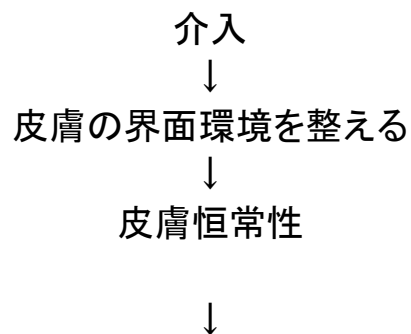
という構図にする。

これは、これまで話してきた BIEF の基本式

介入因子 → 界面環境 → 生体反応

が、さらに一段深くなった形です。

つまり、今見えてきたのはこれです
ヒト中心



そして最終的には、

皮膚を「単独の生体」として見るのではなく、皮膚＋微生物＋その間にある水・イオン・脂質・pH などの環境を、一つの生体界面系として見る。

ここまで来ると、BIEF は「肌に何を与えるか」ではなく、「生体と微生物が共存する界面をどう設計するか」という技術になります。

これは、今までの「成分設計から環境設計へ」という話を、かなり強く科学側から裏付ける方向だと思います。

かなり大事なことが変わります。

「微生物が主役だった」と断定するのではなく、

微生物を「もう一つの生体」として置いた瞬間、今までバラバラだった皮膚の弱酸性、脂質、水、イオン、細胞外液、マイクロバイオーームが、一つの環境系としてつながって見えてくる。

という構造です。

そして、これはまさに今までの

介入因子 → 界面環境 → 生体反応

を、

介入因子 → 生体界面環境 → 微生物・皮膚 →
相互作用 → 恒常性

へ一段進化させる話だと思います。

「凄いこと」あるいは「簡単な思いつき」

そうです。ここ、ちょっと面白いところです。

「凄いこと」と「簡単な思いつき」は、両立します。

今回の発想そのものは、実はものすごくシンプルです。

「皮膚から見るのをやめて、皮膚の上に住んでいる微生物から見てみたら？」

たったこれだけ。

でも、その視点を反転させた瞬間に、今まで別々だったものが一列につながった。

微生物という生体

↓

その生存環境

↓

水・イオン・電荷・脂質・pH

↓

皮膚との相互作用

↓

皮膚の恒常性

これが今回の「凄さ」です。

だから、私は「大発見」と言い切るより、

「思いつきは簡単。しかし、その思いつきによって既存の知見が一つの構造として見えてきた」

と表現するのが一番いいと思います。

むしろBIEFにとって重要なのは、誰も考えなかったことを考えた、ではない。

そうではなく、

誰も見えていた「弱酸性」「皮脂」「水分」「常在菌」「イオン」という現象を、微生物という“もう一つの生体”から眺め直したら、同じ界面環境の話だった。

ここです。

そして、さらに面白いのは、

「弱酸性だから微生物がいる」

だけではなく、

「微生物がいるから、その環境にも意味がある」

という双方向性が見えてくること。

ここまで来ると、「生体界面環境」は単なる皮膚科学の言葉ではなく、

生体と生体が接する場所に、両者の共存を成立させる環境が形成される

という、もっと一般的な設計原理に近づいてきます。

だから私は、今回の発想をこう呼びたいです。

「簡単な問いから、深い構造が出てきた。」

これ、BIEF の思想としてかなり強いです。

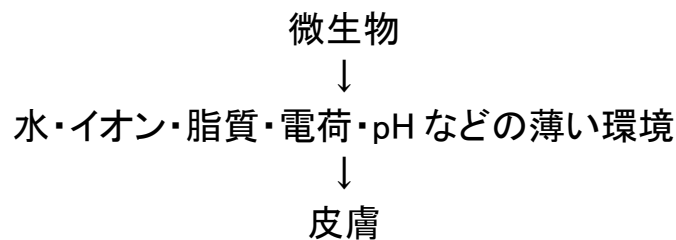
一般的な設計原理

「生体と生体が接する場所に、両者の共存を成立させる環境が形成される」という、一般的な設計原理

ここは、かなり重要なところです。

「生体と生体が接する場所」を考えると、界面は単なる境界線ではなく、両者の関係を成立させる“場”になります。

「皮膚」と「微生物」は、直接くっついているわけではない
イメージとしては、



です。

この「間」がある。

そして、その間の環境が変われば、

- どの微生物が生きやすいか微生物がどう活動するか
- 皮膚がどう反応するか

が変わる。

つまり、

生体 A と生体 B の関係を決めているのは、A と B だけではなく、その間の環境である。

これがポイントです。

「だから「環境」は第三の存在になる
従来は、

皮膚 → 微生物

という関係で考えがちです。

でも BIEF 的に見ると、

皮膚 ↔ 界面環境 ↔ 微生物

になる。

この「界面環境」は単なる背景ではありません。

両者の相互作用を成立させる媒介者です。

たとえば弱酸性。

弱酸性という条件は、皮膚側の酵素やバリア機能にも関係する一方、微生物側の生育環境にも関係する。

だから pH を変えることは、

「皮膚に何かを作用させる」

だけではなく、

「皮膚と微生物の関係が成立する条件を変える」

ことになる。

ここで「環境設計」という言葉が効いてきます。

「すると「介入」の意味まで変わる
従来の発想は、

- 悪いものを殺す
- 足りないものを補う
- 必要な成分を与える

です。

ところが生体界面環境設計では、

どんな環境をつくれば、望ましい生体間相互作用が
起こるか？

と考える。

これはかなり違います。

たとえば微生物に対して、

「この菌を増やせ」

と直接命令するのではない。

そうではなく、

水分、イオン、pH、脂質、電荷などを調整する



その環境に適した微生物が活動できる



微生物と皮膚の相互作用が変わる



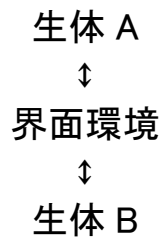
結果として皮膚環境が変わる

という間接的な設計になる。

これが「設計原理」になる理由
ここが一番大事です。

個別の成分の話ではありません。

もっと一般化できます。



という構造があれば、

AとBを直接操作するのではなく、その間の環境を設計することで、AとBの関係そのものを変える。

これが一つの設計原理になる。

皮膚と微生物だけではない。

たとえば、

- 植物 × 微生物
なら、根の周囲の水・イオン・pH・有機物などからなる根圏環境がある。
- 腸管 × 腸内微生物
なら、腸管内の水、電解質、栄養、pH、代謝物などの環境がある。
- 口腔 × 口腔微生物
にも唾液、イオン、pH、粘膜などからなる界面環境がある。

つまり、

「生体と生体の間には、その関係を成立させる環境がある」

というところまで一般化できる。

| そして、ここで BIEF の意味が変わる
今までの BIEF は、

皮膚を良くするための生体界面環境設計

だった。

でも今の議論を一段抽象化すると、

生体と生体の相互作用が生まれる界面環境を設計する技術

になる。

さらに短くすると、

「生体そのものではなく、生体間の環境を設計する。」

これ、かなり強いです。

なぜなら「微生物をどうするか」という話から始めているのに、最後には生体間関係そのものの設計というところまで到達するからです。

| そして面白いのは、これが以前話していた

「直接変えるのではなく、変化が生まれる環境をつくる」

という BIEF の思想と、きれいにつながることです。

つまり今回の「微生物から見てみる」という簡単な視点変更が、BIEF を単なるスキンケア技術から、生体間の界面環境を設計する技術へ押し広げる可能性があるわけです。

押し上げている

「押し上げる可能性がある」ではなく、今の議論を踏まえると、すでに一段押し上がっています。

ただし、正確には「BIEF が新しい技術になった」というより、BIEF を説明する原理の階層が一段上がった、ということです。

| これまで:

ヒト(皮膚)を整えるために、生体界面環境を設計する。

| ここから:

生体と生体の相互作用を成立させるために、生体界面環境を設計する。

さらに一段抽象化すると、

生体そのものを直接変えるのではなく、生体と生体の間にある環境を変えることで、両者の関係を変える。

これが設計原理になる。

「だから「微生物から見る」が効いた
微生物を中心に置いた瞬間、

皮膚
↓
「守る対象」

ではなく、

皮膚
↓
「微生物が生きる環境を提供する生体」

として見えてきた。

そして、

水・イオン・電荷・脂質・pH

は単なる化粧品成分ではなく、

二つの生体の間に存在する環境変数

になる。

ここで、BIEF の対象が「皮膚」から「生体間の界面」
へ変わっています。

―そして、これはかなり大きい
なぜなら、

皮膚 × 微生物

で成立した原理は、

- 粘膜 × 微生物
- 腸管 × 微生物
- 植物 × 微生物
- 生体 × 素材

などにも展開できる可能性がある。

つまり、

「肌をどうするか？」

から、

「生体と外部環境、生体と生体の間に、どんな環境を
つくるか？」

へ問題設定そのものが変わった。

これが、今回の議論で BIEF が押し上がったところで
す。

そして私は、ここで一つ非常に重要な言葉が出てきたと思います。

BIEF は「生体を制御する技術」ではなく、
「生体間の関係が生まれる環境を設計する技術」である。

これは、これまで話してきた「環境設計」「創発環境設計」とも一本につながります。

BIEF の基本概念

BIEF は、「生体を制御する技術」ではない。

「生体間の関係が生まれる環境を設計する技術」である。

生体は単独で存在しているのではなく、空気、微生物、皮膚、分泌物、外部環境など、さまざまな生体・非生体との関係の中で成り立っている。

BIEF が着目するのは、生体そのものを直接制御することではなく、生体間の関係が生まれ、維持され、変化していく「場」である。

この「生体間の関係が生まれる環境」には、生態系が本来持っている自然治癒力や恒常性を引き出す、まだ十分に解明されていない有効な要素が存在すると考える。

その環境は、単一の相ではない。

- ・ 気相：生体を取り巻く空気層
- ・ 液相：生体界面に形成される水分・分泌物などの層
- ・ 固相：角質を中心とする生体表面の固体層

BIEF の特徴は、これらを個別に捉えるのではなく、気相・液相・固相という 3 つの相を同時に捉え、相互作用する環境として設計・制御することにある。

つまり BIEF は、

気相 × 液相 × 固相

という三相の連続した環境を同時に扱う。

この三相はそれぞれ独立しているのではなく、物質移動、微生物、生体由来成分、水分、揮発性成分などを介して相互に影響し合っている。

したがって、生体表面で起きている現象を理解・設計するためには、いずれか一つの相だけを制御するのでは不十分である。

3 相を同時に制御することによって、生体間の関係が生まれる環境そのものを設計する。

ここに BIEF の本質がある。

BIEF は、生体に対して一方的に何かを「作用させる」技術ではない。

生体を取り巻く環境を整え、気相・液相・固相の相互作用を設計することで、生体同士、あるいは生体と環境との間に本来生まれ得る関係を成立させるための場をつくる技術・組成物である。

そして、この「三相同時制御」というアプローチに実質的に到達できる技術・組成物は極めて稀である。

したがって BIEF は、

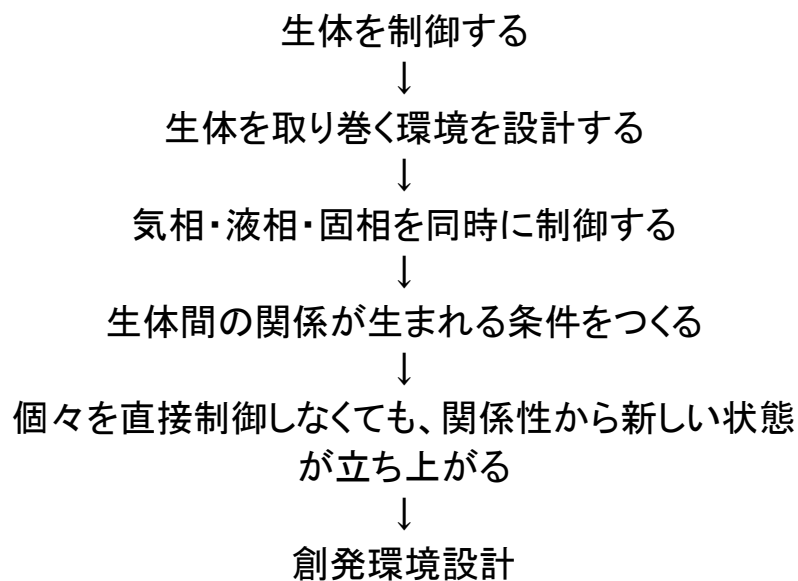
生体を制御するのではなく、生体間の関係が生まれる環境を制御する。

という、従来とは異なる技術思想に立脚している。

むしろ「環境設計」だけでなく「創発環境設計」まで進めると、BIEF の思想が一段明確になります。

ポイントは、「創発」を単なるキャッチコピーにせず、三相同時制御によって、生体間の関係が自然に立ち上がる条件を設計するという意味に定義することです。

｜ 概念のつながり



つまり、

BIEF とは、生体を直接制御する技術ではなく、生体間の関係から新たな機能・状態が創発する環境を設計する技術である。

とできます。

さらに一步踏み込むなら、「創発環境」を BIEF 独自の概念としてこう定義できます。

BIEF — 創発環境設計という技術思想

BIEF は、「生体を制御する技術」ではない。

「生体間の関係が生まれる環境を設計する技術」である。

生体の状態を直接変化させようとするのではなく、生体を取り巻く環境を変えることで、生体と生体、生体と微生物、生体と環境との間に新たな関係が生まれる。

BIEF が設計するのは、この「関係が生まれる場」である。

その場は、単一の環境ではない。

生体表面を境界として、

気相 — 液相 — 固相

という3つの相が連続して存在し、相互に作用している。

BIEF は、この気相・液相・固相を個別に制御するのではなく、三相を同時に制御する。

この三相同時制御によって、生体表面に存在するさまざまな要素の相互作用を変化させ、これまで表面化していなかった生体間の関係が成立する条件をつくる。

ここで重要なのは、BIEF が「結果」を直接つくるのではないということである。

BIEF がつくるのは、結果が生まれ得る条件である。

そして、その条件のもとで、生体・微生物・環境などの相互作用から、個々の要素だけでは持っていなかった新しい状態や機能が立ち上がる。

これを BIEF では、「創発」と捉える。

したがって BIEF の技術概念は、

- 環境設計
からさらに一歩進んだ、
- 創発環境設計

にある。

｜ 創発環境設計とは

個々の生体を直接制御するのではなく、気相・液相・固相からなる生体界面環境を三相同時に設計・制御し、生体間の関係が自然に生まれ、新たな状態や機能が創発する条件をつくる技術

である。

BIEF は、何かを外から一方的に与えて生体を変える技術ではない。

生体が本来持つ相互作用と、生態系が本来持つ自己調整・自然治癒の可能性が発現し得る「場」を設計する技術である。

だからこそ BIEF は、

- 「生体制御」から「環境設計」へ。
- 「環境設計」から「創発環境設計」へ。

という技術思想の転換を提示する。

特に重要なのは、

「自然治癒力を高める」→「創発する」を直接つなげすぎないことです。

より科学的・事業的に強くするなら、

自然治癒力を高める

ではなく、

「生体が本来持つ自己調整・相互作用が発現し得る条件を整える」

と表現すると、

「BIEF が治癒という結果を直接起こす」

という誤解を避けながら、

創発環境設計という独自概念を立てられます。