T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	デザインドリブンイノベーションによる未来の支援機器コンセプトの創出
Title(English)	Design-Driven Innovation for Future Assistive Technology Concept
著者(和文)	大橋匠, 内山瑛美子, 干場功太郎, 舛屋賢, 三浦智, 菅原雄介
Authors(English)	Takumi Ohashi, Emiko Uchiyama, Kotaro Hoshiba, Ken Masuya, Satoshi Miura, Yusuke Sugahara
出典(和文)	LIFE2022講演論文集,
発行日 / Pub. date	2022, 8

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

デザインドリブンイノベーションによる未来の支援機器コンセプトの創出

Design-Driven Innovation for Future Assistive Technology Concept

○ 大橋匠（東工大）　内山瑛美子（東大）　干場功太郎（東工大）

舛屋賢（宮崎大）　三浦智（東工大）　菅原雄介（東工大）

Takumi OHASHI, Tokyo Institute of Technology
Emiko UCHIYAMA, The University of Tokyo
Kotaro HOSHIBA, Tokyo Institute of Technology
Ken MASUYA, University of Miyazaki
Satoshi MIURA, Tokyo Institute of Technology
Yusuke SUGAHARA, Tokyo Institute of Technology

Abstract: Engineering researchers perform an essential role in developing assistive technology that increases, maintains, and improves the functional capabilities of individuals with disabilities/difficulties in their daily lives. The researchers have employed human-centric design (HCD) to meet diverse special needs. However, an increasingly turbulent environment makes it researchers challenging to find a pathway across the Valley of Death. Literature on HCD has mainly focused on the “development” phase in the research and development (the D of R&D). On the other hand, “research” activities have a much longer cycle that transcends a particular product/service life cycle. Thus, we need a specific design strategy that specializes in the R of R&D. As a promising design theory, this paper describes “design-driven innovation” with its significance, design principles, design process, and positioning compared to other types of innovation. The aim of this organized session (OS-26), which we see as practicing “design discourse,” is also introduced.
Key Words: Design-driven Innovation, Human-centric Design, Assistive Technology, OS as Design Discourse

1. 緒言：支援機器「研究」におけるデザイン

支援機器とは，日常生活において何らかの障害や困難を持つ個人の生活機能の向上・維持・改善を目的としたものである．そしてこの進歩は，あらゆる個人の社会への関与を高め，教育，リハビリ・訓練，雇用，居住，自立生活に関連する社会保障費の削減にも貢献している(1).

このような支援機器を生み出すための研究は，ロボティクス，AI，設計工学などの機械系分野を中心に盛んに行われてきた．しかしながら，（残念なことに）基礎研究に成功したとしても，市場ニーズとの適合性の欠如等により，最終製品に結びつくことなく技術が埋もれてしまうことがある．そこで機械系分野では，いわゆる「死の谷」と呼ばれる研究成果が次の段階に発展しない状態(2)の克服に向けて，人間中心デザイン（HCD: Human-centric Design）の活用が試みられてきた．HCD とは，ユーザーとその製品，システム，またはサービスの経験をデザインプロセスの中心に置く学際的なアプローチであり，ステークホルダーがすべてのデザインフェーズに貢献することを可能にするものである(3, 4)．そのデザインプロセスは一般に，１）使用状況の理解と特定，２）ユーザー要件の特定，３）デザインソリューションの作成，４）デザインの評価，により構成され，ユーザーニーズが満たされるまで反復的に実践される(5, 6)．このようなアプローチは，「厄介な問題（Wicked Problem）」に対して特に有効だとされている(7)．厄介な問題とは，問題定義が困難であり，問題も解決策も明確ではなく，問題定義を試みる間に対象が変化していくような問題のことを指す．また，この種の問題は，情報が錯綜しており，多くのアクターが相反する価値観を持っている社会問題の一種としても定義される(8)．この問題に対処するには，既知の情報をもとに部分的に解決をしていき，それを繰り返すことで少しずつ問題の全体像（と解決策）を明らかにしていく HCD 的なアプローチが欠かせない．

しかしながら，HCD は研究開発の「開発」活動に主に焦点が当てられてきたため，特定の製品やサービスのライフサイクルを超越した長期的な時間軸を持つ「研究」活動へ適用するには工夫が必要となる(9)．VUCA（Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity）時代とも呼ばれ，市場環境が劇的に変動する今日において，既存の知識や技術資源はすぐに陳腐化し，ユーザーは自分が何を必要とし何を求めているのかを明示することが難しい．また，競合他社が新製品を投入することで，市場環境を一変させることもありうる(10)．そのため，市場ニーズ対応型の研究が完了する頃には，競合他社の製品・サービスが既にそのニーズを満たしていたり，ニーズ自体が変容したりする可能性が大いにある．また，うまく実装できたとしても，その製品・サービスがすぐにコモディティ化してしまう恐れもある．このような市場環境下において，研究開発の「研究」フェーズにおける意思決定が，下流における開発作業の制約として作用することがある(9)ため，どのような研究を開始するのかについて，細心の注意を払う必要があるだろう．それでは，支援機器研究にこれから取り組もうとする研究者は，何を指針として研究活動を推進すれば良いのだろうか．

著者らは，ミラノ工科大学の Roberto Verganti が提唱する「デザインドリブンイノベーション（DDI）」が指針の１つになり得ると考えている．DDI とは，開発技術や市場ニーズを起点にするのではなく，製品に新しい「意味（ユーザーが製品・サービスから得られる体験・価値）」を与えるデザインによって生起するイノベーションと定義されている(11, 12)．HCD のデザインプロセスは「外から内へ」向いており，ユーザーなどの外部者に注目しながら創造的に解決策を探索する．一方 DDI のプロセスは，それとは正反対の「内から外へ」向いており，個人が追求したい新たな「意味」の仮説を，他者の批判を通して磨き上げていく．

ここで注意したいことは，DDI と HCD は互いに対立しておらず，補完する関係にあることである．すなわち，DDI のデザインプロセスにより新しい意味を定義し，与えられた意味の中で最大限のパフォーマンスを発揮するためのソリューションを HCD により創出していくことが，長期的なインパクトをもたらすイノベーションを実装することに繋がるとされている．

本稿では，長期的なインパクトをもたらす支援機器研究を可能にし得るデザイン論の DDI について紹介し，本オーガナイズドセッション「支援機器のヒューマンセントリックデザイン（OS-26）」のねらいについて述べる．

2. デザインドリブンイノベーション（DDI）の意義

Verganti が約 50 社のイノベーション事例研究をもとに提唱した DDI は，新たなイノベーション研究の潮流の１つとして位置付けられる．DDI は従来のイノベーションと異なり，製品・サービスの技術の革新性の度合いではなく，ユーザーにとっての意味の変化の度合いに着目している．そして，意味の急進的な変化に起因するイノベーションを DDI という．DDI と従来のイノベーションを区別するために，「機能性（技術）」と「意味（言語）」の２軸が導入され，イノベーションは「マーケットプル」「テクノロジープッシュ」「デザインドリブン」の３つに類型化されている（Fig.1）．

マーケットプルとは，市場ニーズを的確に分析し，それに対応する技術を用いたイノベーションである．先述した HCD はこのイノベーションを生起させる 1 つの方法論と捉えることもできる．テクノロジープッシュとは，研究開発等により急進的に変化した技術を活用したイノベーションである．ここで DDI は，必ずしも急進的な技術を活用する必要はなく，新たな意味を付与することによるイノベーションのことを指す．なお，Verganti は意味の革新性に対する測定指標や尺度を明示していない．一方，技術と意味の革新度合いが漸進的なものをマーケットプルと呼び，それを今ある文化や価値観を固定化する方向に向かわせるものと捉えている．従って DDI とは，「今ある文化や価値観，価値判断のものさしの改定を促すこと」と理解することができるだろう[13, 14]．

ところで同図右上には，テクノロジープッシュとデザインドリブンが重なる領域がある．この相互作用領域は「技術が悟る瞬間（technology epiphany）」と呼ばれている．新たな技術が生まれた時，視野の狭い組織であれば，単に従来技術を新技術で代替するだけで，これまでの意味を強化するに留まる．しかし，新技術には今にも発見を待たれている強力な意味が潜んでいるとされ，この鳴りを潜めた意味を見出し，人々に What（今使いたいもの）ではなく，Why（なぜこれが欲しいのか）を授けることで，急進的な意味のイノベーションを達成していくのである[11, 15]．

Verganti は「技術が悟る瞬間」を達成した典型例として，任天堂のゲーム機 Wii を挙げている[11]．Wii 発売以前，ゲーム機の意味は，バーチャル世界でゲームをやり慣れた若者が受動的に夢中になれるものであった．しかし Wii の登場により，ゲーム機の意味は年代を問わず誰もが積極的に身体を使って楽しめるものに変容した[11]．この意味の変容を支えた Wii のコア技術は，ジェスチャー操作型コントローラ内部の MEMS（Micro Electro Mechanical System）加速度・振動測定計である．MEMS 自体は，当時から自動車のエアバッグで使われるなど，真新しいものでなかったものの，若者が受動的に親しんでいたゲーム機という文脈から脱し，ユーザーが実際に身体を使って楽しむという新しい機能性と意味を付与した点で，技術的にも意味的にも急進的な変化といえよう．

なお，「技術が悟る瞬間」を創り出した Wii の後続機である任天堂 Switch は現在，ソニーの PlayStation シリーズやマイクロソフトの Xbox シリーズといった競合製品を圧倒し，最も市場で人気のあるゲーム機となっている[16]．

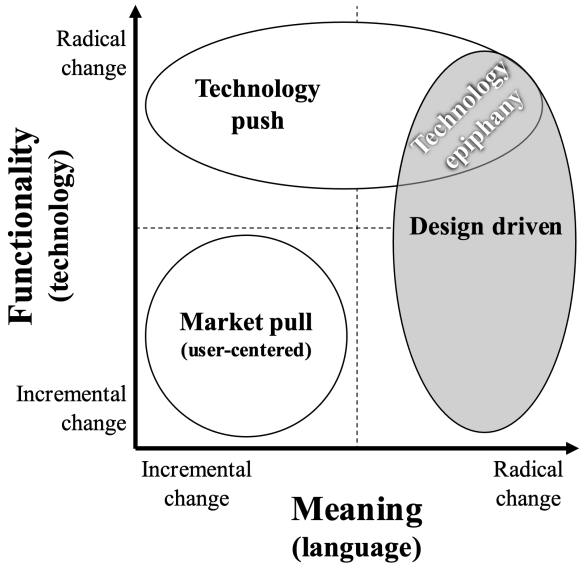

Fig. 1　Three types of innovation strategies based on Verganti's works[11, 12]

3. DDI のデザイン原則

DDI におけるデザイン原則は「内から外へ」のプロセスを経て，自己と他者の「批判精神」による判断を通した創造であるとされる[14]．

「内から外へ」は，プロセスの方向性である．一般に，HCD は「外から内へ」方向付けられている．ユーザーリサーチ（観察，インタビュー等）を通して問題定義をし，迅速なプロトタイピングとテストを反復することによって，ユーザーとの確認作業を続けることが奨励される．しかしこれは，既存の「判断のものさし」に沿ってより良いソリューションを探索する局所最適的なアプローチであるため，漸進的なイノベーションに繋がりやすいと，HCD の創始者でもある Norman も言及している[17]．一方，DDI とは，何が良くて何が悪いのかに対する新しい解釈の仕方，つまり「判断のものさし」そのものを創り出すことである．ソリューション探索については外部を活用することはできるが，世界に対する解釈は私たちにしかできない．そのため，「ユーザーが何を愛しているのか？」ではなく，「私たちが人々に愛して欲しいものは何か？」という問いから始め，私たち自身が追求したいと考える新しいビジョンに関する仮説を磨き上げていく必要がある[14]．

その上で「批判精神」という考え方が重要となる．HCD では，他人を批判することは時に創造的なプロセスの阻害要因とされ[18]，アイデアの質より量を優先し，課題仮説・ソリューション仮説の検証サイクルを高速に回すことが奨励される．一方，DDI では，そのプロセスが，自分自身の仮説から始まるため，そこから生まれるものが他者にとっても意味のあるものなのか確かめる必要がある．最初は曖昧で不鮮明な仮説も，自分の，そして他人の批判に晒し，自らの仮説と他者の仮説をぶつけることで，根底にある，より新しく強靭な意味を見つけていく[14]．

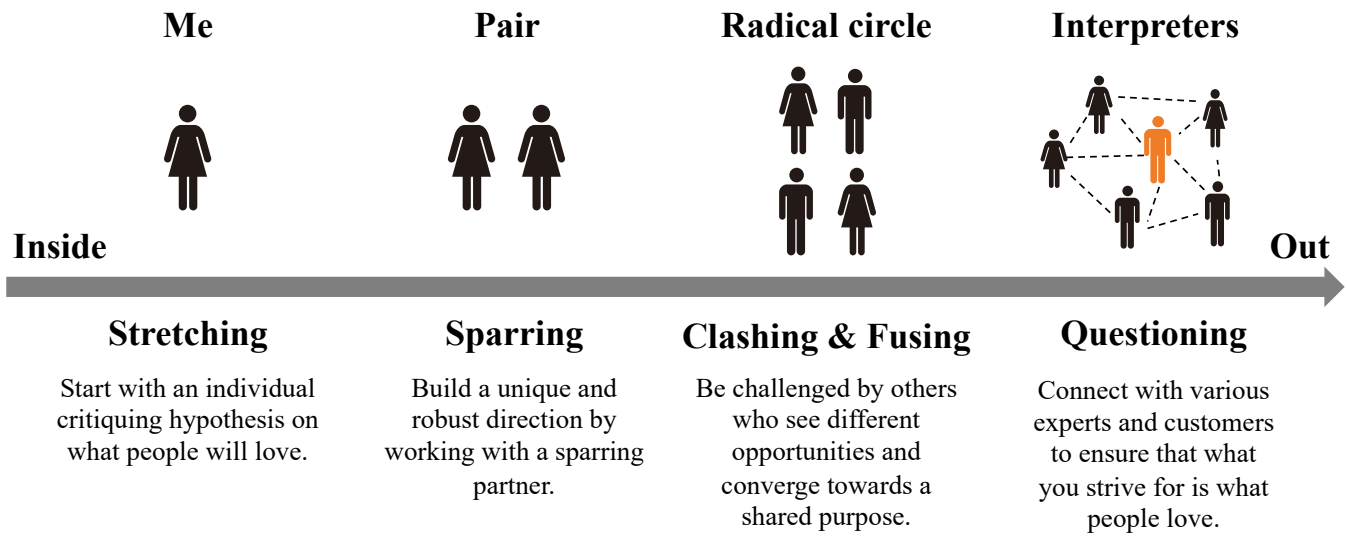

Fig. 2　A design process for innovation of meaning based on Verganti's works[14, 19]

4. DDI のデザインプロセス

それでは，DDI を具体的にどのように実行していけば良いのだろうか．Verganti は具体的なデザインプロセスを以下の通り提案している[20]（Fig. 2）．

- **個人での熟考**
  自分自身の物事の前提に疑問を投げかけ，新たな意味を考える．この時点では，他者の目を気にせず，自分の考えをより深く掘り下げ，尖った仮説を出していく．
- **ペアによる建設的な批判**
  2 人 1 組のペアで考えを磨いていく．信頼できる仲間の建設的な批判に晒す．
- **ラディカル・サークルによる批判**
  個人での熟考とペアによる批判で創り上げたビジョンを，10 人未満くらいの小さなグループ（ラディカル・サークル）でさらに厳しい批判に晒す．
- **デザイン・ディスコースによる批判**
  様々な領域の専門家との対話を通じて，ここまでで創り上げたビジョンをさらに精緻化していく．DDI では，この多様な専門家で構成される人的ネットワークを「デザイン・ディスコース」という（Fig. 3）．

HCD では，学際的なチームで取り組むことがデザイン原則であるが[5]，参加者はユーザーリサーチの実践から問題定義，解決策の提案に至るまで全てのプロセスに参加する．一方，DDI の特徴でもあるデザイン・ディスコースでは，参加者は固定化されず，様々な分野の専門家（DDI では「解釈者」という）がそれぞれの視点から日常的に社会文化的トレンドを分析している．デザイン・ディスコースを実践するということは，この各専門家の卓越した洞察と解釈を集めて繋ぎ，そこから取り組むべき問題を見出していくことである．これが HCD と DDI の大きな違いである[20]．

5. DDI の位置付け

ここまで DDI について紹介してきたが，HCD によるアプローチが間違っていると主張しているわけでは決してない．これらは Fig. 1 で確認したように，別の種類のイノベーションであり，それぞれ異なるデザインプロセスを必要としている．Fig. 4 に，イノベーションを社会に実装するための各デザインプロセスの関係性を示す．

まず DDI により「新しい意味」の探索を行う．そこに技術がある場合は，技術的リサーチを並行して行い，その技術に潜んでいる強力な意味を見出すことに注力する．そして HCD により，与えられた意味の中で最大限のパフォーマンスを発揮するための「新しいソリューション」を創出し[14]，（本稿では触れなかったが）伝統的なインダストリアルデザインにより，製品・サービスとして世の中に実装していく[11]．

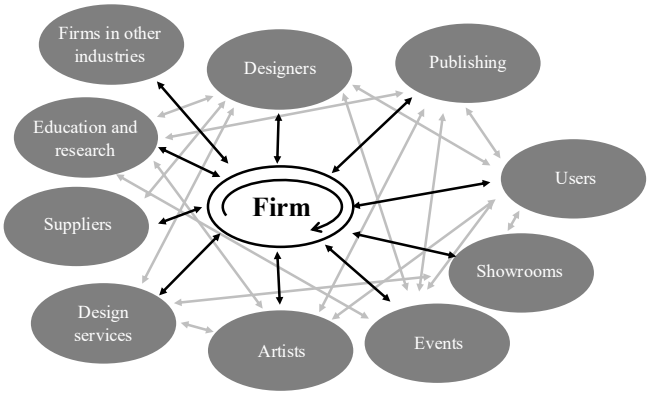

Fig. 3　Design discourse surrounding a firm adapted from Verganti's works[11, 12]

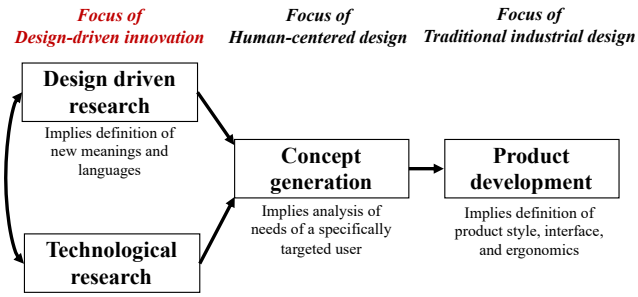

Fig. 4　Design research process for innovation based on Verganti's works[11, 12]

6. 結言：支援機器研究への示唆と本 OS の狙い

本稿では，支援機器「研究」活動の１つの指針を示すべく，著者らが実践している[21]デザインドリブンイノベーションの考え方を紹介した．「開発」活動とは異なり，特定の製品やサービスのライフサイクルを超越した長期的な時間軸を持つ「研究」活動は，既存の意味を強化する方向（外から内へ）ではなく，新しい意味に基づかなければ，死の谷を超えうる支援機器研究に繋がらないのではないかと，著者らは考えている．なお，学会活動とは，本稿で紹介した DDI のデザインプロセスにおけるデザイン・ディスコースを実践することに他ならない．本 OS では，様々な分野の専門家が，独自の視点から建設的な批判を行い，未来の支援機器のあり方，すなわち，新しい意味を模索する契機としたい．

倫理的配慮

本研究は，東京工業大学人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を得ている（認可番号：第 2022038 号）．

研究資金・利益相反

開示すべき利益相反はない．

謝辞

本研究は，東工大基金（異分野融合研究支援）の助成を受けている．

参考文献

(1) M. Zallio, T. Ohashi, The Evolution of Assistive Technology: A Literature Review of Technology Developments and Applications. *Hum. Factors Access. Assist. Technol.* **37**, (2022). In Press.

(2) J. B. Klitsie, R. A. Price, C. S. H. De Lille, Overcoming the Valley of Death: A Design Innovation Perspective. *Des. Manag. J.* **14**, 28–41 (2019).

(3) P. Dorrington, C. Wilkinson, L. Tasker, A. Walters, User-Centered Design Method for the Design of Assistive Switch Devices to Improve User Experience, Accessibility, and Independence. *J. Usability Stud.* **11**, 66–82 (2016).

(4) J. Y. Mao, K. Vredenburg, P. W. Smith, T. Carey, The state of user-centered design practice. *Commun. ACM*. **48**, 105–109 (2005).

(5) International Organization for Standardization, “ISO 9241-210 Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centered design for interactive systems” (2019).

(6) T. Ohashi, Y. Ito, D. Kurabayashi, M. Saijo, Designing an Abnormal Posture Detection System to Prevent Accidents During Meal Assistance for Older Adults: A User-Centered Design Approach. *Lect. Notes Networks Syst.* **263**, 345–352 (2021).

(7) R. Buchanan, Wicked Problems in Design Thinking. *Des. Issues*. **8**, 5 (1992).

(8) H. W. J. Rittel, M. M. Webber, Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sci.* **4**, 155–169 (1973).

(9) S. Magistretti, C. Dell’Era, R. Verganti, M. Bianchi, The contribution of Design Thinking to the R of R&D in technological innovation. *R D Manag.* **52**, 108–125 (2022).

(10) C. Droge, R. Calantone, N. Harmancioglu, New product success: Is it really controllable by managers in highly turbulent environments? *J. Prod. Innov. Manag.* **25**, 272–286 (2008).

(11) R. Verganti, *Design Driven Innovation: Changing the Rules of Competition by Radically Innovating What Things Mean,* Harvard Business Review Press, (2009). (佐藤典司, 岩谷昌樹, 八重樫文(監訳), デザイン・ドリブン・イノベーション, クロスメディア・パブリッシング, 2016)

(12) R. Verganti, Design, meanings, and radical innovation: A metamodel and a research agenda. *J. Prod. Innov. Manag.* **25**, 436–456 (2008).

(13) 森永泰史, *デザイン，アート，イノベーション -経営学から見たデザイン思考，デザイン・ドリブン・イノベーション，アート思考，デザイン態度-*, 同文舘出版, (2020).

(14) R. Verganti, *Overcrowded: Designing Meaningful Products in a World Awash with Ideas*, The MIT Press, (2017). (八重樫文, 安西洋之(監訳), 突破するデザインあふれるビジョンから最高のヒットをつくる, 日経BP社, 2017)

(15) R. Verganti, Radical design and technology epiphanies: A new focus for research on design management. *J. Prod. Innov. Manag.* **28**, 384–388 (2011).

(16) ファミ通, “ファミ通ゲームソフト・ハード売上ランキング2021年年報” (2022). Available at https://kadokawagamelinkage.jp/news/pdf/news220111.pdf (Retrieved June 23, 2022)

(17) D. A. Norman, R. Verganti, Incremental and Radical Innovation: Design Research vs. Technology and Meaning Change. *Des. Issues*. **30**, 78–96 (2014).

(18) P. B. Paulus, N. W. Kohn, L. E. Arditti, Effects of quantity and quality instructions on brainstorming. *J. Creat. Behav.* **45**, 38–46 (2011).

(19) R. Verganti, Overcrowded | Content., (n.d.). Available at http://www.verganti.com/content_overcrowded/ (Retrieved June 23, 2022)

(20) 安西洋之, 八重樫文, デザインの次に来るもの これからの商品は「意味」を考える, クロスメディア・パブリッシング, (2017).

(21) 東京工業大学, 2021年度「異分野融合研究支援」2チームに支援決定, (2022). Available at https://www.titech.ac.jp/news/2022/063516 (Retrieved June 23, 2022)