

Title	脱炭素に向けた日本型イノベーションの刷新：アマゾン主導の気候誓約に倣う多様な知の結合
Author(s)	渡辺, 千仞; 藤, 祐司
Citation	年次学術大会講演要旨集, 37: 696-701
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18689
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

脱炭素に向けた日本型イノベーションの刷新 —アマゾン主導の気候誓約に倣う多様な知の結合

○渡辺 千仞 (東京工業大学)、藤 祐司 (東京工業大学)

1. 序

1.1 ねらい

脱炭素を始めとする環境・社会・ガバナンス(ESG)リスクの高まりは、企業の経営戦略を F (Corporate Financing) に加えて ESG をも満たす $F+ESG$ 最適化を不可避とし、R&D を軸とした DX 展開 の千載一遇の好機 [8]。

だが、実態はシナジーとトレードオフの二元化。

本稿は、昨年 [14] に引き続き、R&D トップ 100 社の「R&D-ESG リスク対応戦略軌道」を分析して、二元化を体現する数学モデルを導出し、それを用いて、地球大のステークホルダーを包摂した多様な知の結合によるシナジー加速効果を明らかにして、日本型イノベーションの刷新を啓発することを狙いとす。

1.2 ESG リスクに対する企業の対応戦略

(1) 経営思想・経営資源

企業の ESG 対応は、優れて ESG への傾斜的配分可能な経営資源量に依存し [6]、成長志向企業は総じて積極投資に肯定的であるが、固定思考企業は概して投資に抑制的 [2]。

これは、R&D 対応に端的に表れ、世界の R&D トップ 100 社の間でも、一定の閾値を境に「高 R&D 企業」(HRFs) と「低 R&D 企業」(LRFs) に二元化し、前者は R&D 主導で ESG リスクのブレークスルーに邁進するのに対して、後者は R&D のリスクを回避して、非 R&D 対策を通じた事態の回避策を模索 (図 1)。

その結果、図 2 に示すように、R&D と ESG リスク対応のシナジー(好循環)とトレードオフ(悪循環)の二元化を招来。

(2) 地球大のステークホルダーの参加態様

シナジーは、成長志向企業の旺盛な学習意欲 [3] に立脚するネットワーク外部性効果に負い [4, 7, 9]、R&D 世界トップの アマゾン は、「多岐にわたるシステム現象の凝縮体」で、「地球大の一蓮托生の課題」たる脱炭素に向けて地球大のステークホルダーの多様な知の結合

を狙いに 気候誓約イニシアティブ (「気候誓約」) を主導。

29 か国 322 社が参画して、国境・業種を超えた相互連携の実効が期待。

1.3 グローバル R&D リーダーの多様な知の結合策

「気候誓約」による相互連携効果に視点を据えて R&D リーダーの $F+ESG$ 最適化戦略を比較検証して、以上の狙いに沿うシナジー効果を発揮するダイナミズムを明らかにして、多様な知の結合策を解明。

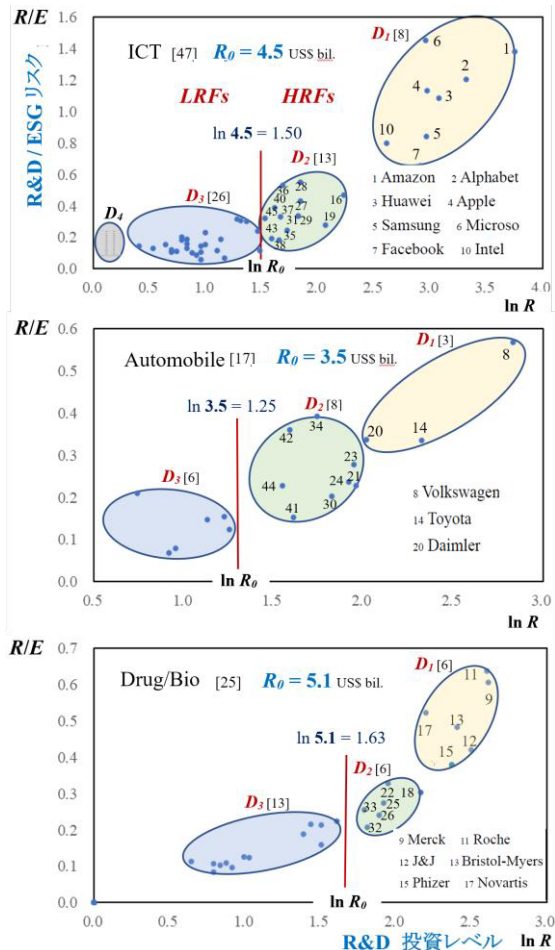


図 1. R&D リーダーの ESG リスク対応クラスター。

R: R&D, R₀: R&D 閾値, E: ESG リスク。番号は R&D ランク (図 3)。[] は対象企業数。

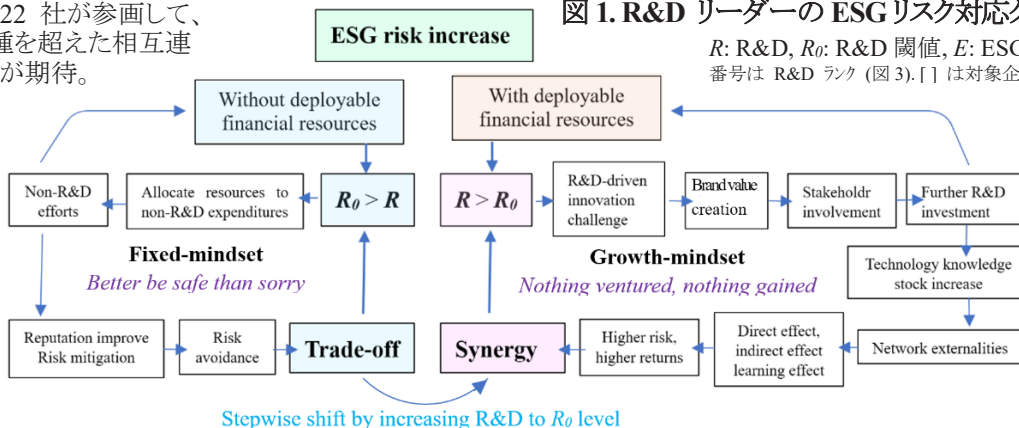
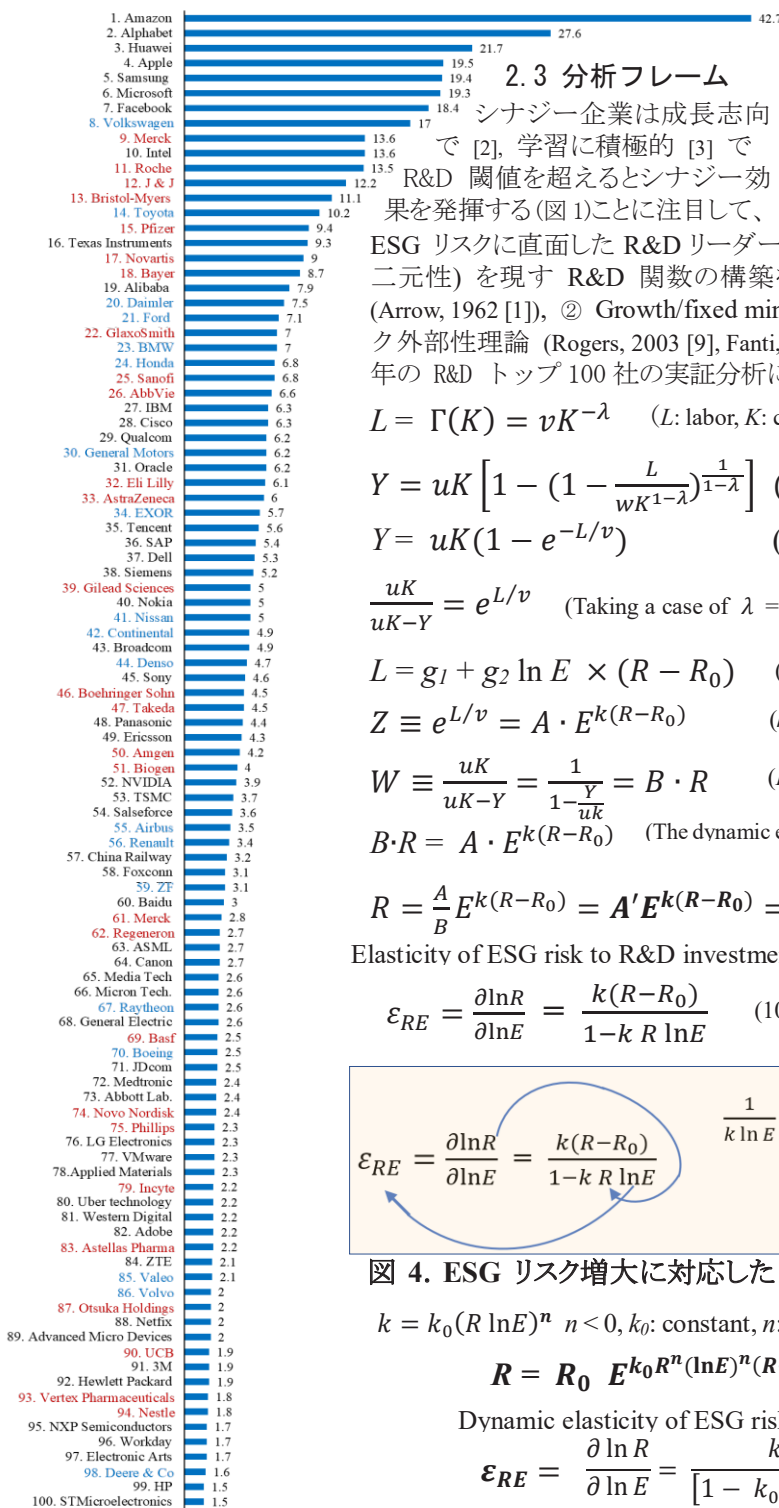


図 2. ESG リスクに対する R&D 対応 — シナジーとトレードオフの二元性。

2. 分析の枠組み

2.1 100 グローバル R&D 企業

F+ESG のシナジー効果の発揮には R&D が不可欠 [7] との認識に立脚して、その率先例をグローバル R&D リーダーに求め、世界の R&D トップ 100 社 (ICT 53, 自動車 19, 医薬 28) (図 3) の ESG リスクに対する R&D 対応のシナジーとトレードオフの二重構造の比較実証分析に照準



2.3 分析フレーム

シナジー企業は成長志向で [2], 学習に積極的 [3] で R&D 閾値を超えるとシナジー効果を発揮する (図 1) ことに注目して、

ESG リスクに直面した R&D リーダーの、図 2 に示す戦略オプション (シナジーとトレードオフの二元性) を現す R&D 関数の構築を狙いに、そのビヘービアの基本となる ①学習理論 (Arrow, 1962 [1]), ② Growth/fixed mindsets 理論 (Dweck, 1988, 2006 [2, 3]), ③ネットワーク外部性理論 (Rogers, 2003 [9], Fanti, 2016 [4]) 等をベースに次の数理展開を試み、2020 年の R&D トップ 100 社の実証分析によって、その有効性、汎用的適応性を実証。

$$L = \Gamma(K) = \nu K^{-\lambda} \quad (L: \text{labor}, K: \text{capital}, \lambda, \nu: \text{coefficient}) \quad [1] \quad (1)$$

$$Y = uK \left[1 - \left(1 - \frac{L}{\nu K^{1-\lambda}} \right)^{\frac{1}{1-\lambda}} \right] \quad (\lambda \neq 1) \quad (Y: \text{production}, u: \text{coefficient}, w = \frac{\nu}{1-\lambda}) \quad (2)$$

$$Y = uK(1 - e^{-L/\nu}) \quad (\lambda = 1) \quad (3)$$

$$\frac{uK}{uK - Y} = e^{L/\nu} \quad (\text{Taking a case of } \lambda = 1) \quad (4)$$

$$L = g_1 + g_2 \ln E \times (R - R_0) \quad (g_1, g_2: \text{coefficient } (g_1 = \nu \ln A, g_2 = \nu k)) \quad [2] \quad (5)$$

$$Z \equiv e^{L/\nu} = A \cdot E^{k(R-R_0)} \quad (k: \text{coefficient}, A: \text{scale factor}) \quad (6)$$

$$W \equiv \frac{uK}{uK - Y} = \frac{1}{1 - \frac{Y}{uK}} = B \cdot R \quad (B: \text{scale factor}) \quad (7)$$

$$B \cdot R = A \cdot E^{k(R-R_0)} \quad (\text{The dynamic equilibrium condition against } E \text{ increase as } W=Z \text{ in (4)}) \quad (8)$$

$$R = \frac{A}{B} E^{k(R-R_0)} = A' E^{k(R-R_0)} = R_0 E^{k(R-R_0)} \quad (A' = A/B = R_0) \quad (9)$$

Elasticity of ESG risk to R&D investment

$$\epsilon_{RE} = \frac{\partial \ln R}{\partial \ln E} = \frac{k(R-R_0)}{1 - k R \ln E} \quad (10) \quad (10) \text{ 式はシナジーとトレードオフの二元性を体現 (図 4).}$$

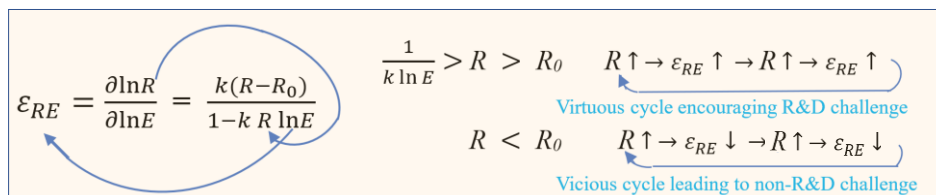


図 4. ESG リスク増大に対応した R&D 誘発の二元化のダイナミクス。

$$k = k_0 (R \ln E)^n \quad n < 0, k_0: \text{constant}, n: \text{multiplier. (Endeavor to enhance R&D ceiling } \frac{1}{k \ln E})$$

$$R = R_0 E^{k_0 R^n (\ln E)^n (R - R_0)} \quad (11)$$

Dynamic elasticity of ESG risk to R&D

$$\epsilon_{RE} = \frac{\partial \ln R}{\partial \ln E} = \frac{k_0 (n + 1) R^n (R - R_0) (\ln E)^n}{[1 - k_0 (\ln E)^{n+1} [(n + 1) R^{n+1} - n R_0 R^n]]} \quad (12)$$

図 3. 世界の R&D トップ 100 社の R&D 投資 (2020) – US\$ bil.

Sources: Global innovate on leaders in 2020 - Top 100 publicly listed companies by annual R&D expenses (fDi Intelligence, 2021). <https://www.fdiintelligence.com/article/79672>

(11), (12)は、各企業の R&D-ESG リスク対応戦略軌道を体現。

3. グローバル R&D リーダーの ESG リスク対応

3.1 R&D による ESG リスク対応の二元化

(11) 式によって 100 社の R_0, k_0, n を特定して、ESG リスクによる R&D の誘発を分析。

(12) 式によって ϵ_{RE} を計測して、R&D- ϵ_{RE} 軌道を追証 (図 5)。

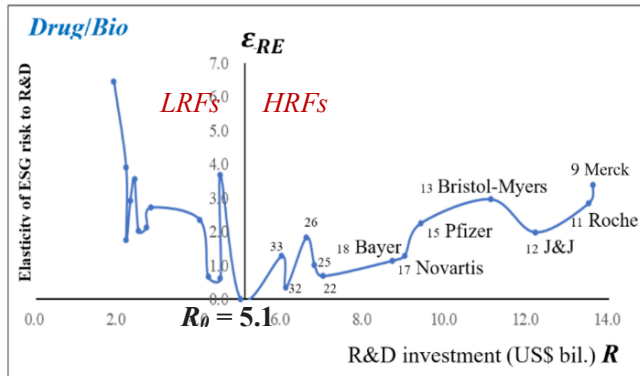
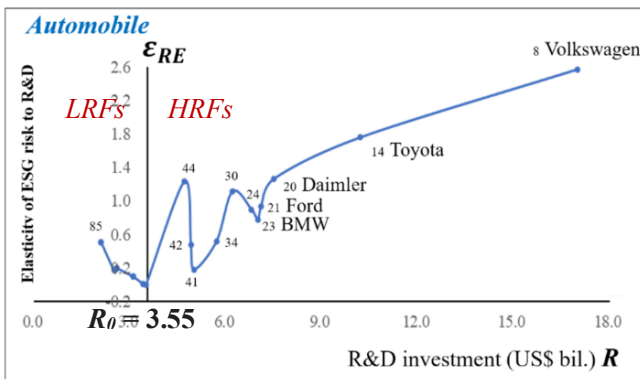
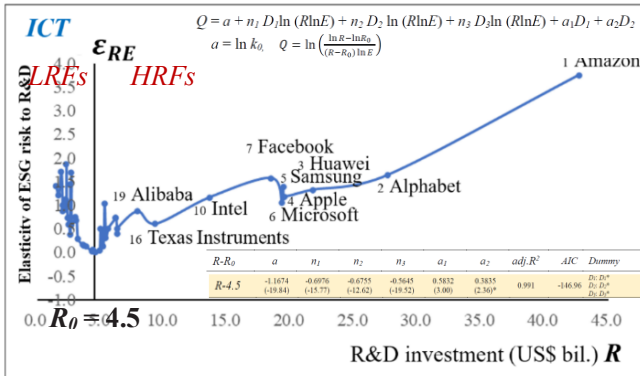


図 5. 100 社の R&D と ESG リスクの R&D 弾性値 (2020).

R: R&D, ϵ_{RE} : ESG リスクの R&D 弾性値.

表 1 R&D トップ 10 社の R&D 誘発構造 (2020)

	R&D (R)	Sales (S)	Brandvalue (B)	ESG risk (E)	ϵ_{RE}	MIER	R/E	B/R	B/E
1 Amazon	42.7	386.1	220.8	30.9	3.75	5.18	1.38	5.17	7.15
2 Alphabet	27.6	182.5	159.7	22.9	1.63	1.97	1.21	5.79	6.97
3 Huawei	21.7	136.4	65.1	20.0	1.32	1.44	1.09	3.00	3.26
4 Apple	19.5	274.5	140.5	17.2	1.18	1.34	1.13	7.21	8.17
5 Samsung	19.4	218.1	94.5	23.0	1.38	1.17	0.84	4.87	4.11
6 Microsoft	19.3	143	117.1	13.3	1.06	1.54	1.45	6.07	8.80
7 Facebook	18.4	86	79.8	28.0	1.57	1.03	0.66	4.34	2.85
8 Volkswagen	17.0	272.3	44.9	29.9	2.56	1.46	0.57	2.64	1.50
9 Merck	13.6	48.0	11.8*	22.4	3.38	2.05	0.61	1.15	0.53
10 Intel	13.6	77.9	27.5	17.0	1.17	0.93	0.80	2.02	1.62

MIER: ESG リスクの限界 R&D 誘発率.

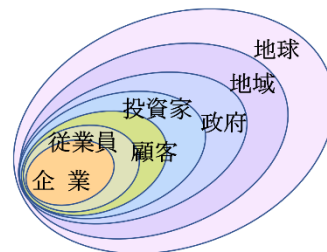
R&D の閾値 R_0 (ICT 4.5、自動車 3.55、医薬 5.1) を超えた高 R&D 企業 ($HRFs$) は $R \uparrow \rightarrow \epsilon_{RE} \uparrow \rightarrow R \uparrow \rightarrow \epsilon_{RE} \uparrow$ の好循環、それに至らない低 R&D 企業 ($LRFs$) は悪循環を示し、図 2 の二元性のダイナミズムを体現。

$HRFs$ は $\frac{d\epsilon_{RE}}{dR} > 0$ で、ネットワーク外部性を実証 [9]。

3.2 ステークホルダーによる R&D 投資の誘発

$LRFs$ は、まずは、 $HRFs$ のスピルオーバー技術を吸収・同化して、 $\epsilon_{RE} \downarrow$ に応えつつ R&D 資源を涵養して、 R_0 水準 (Tipping point [7]) を達成した上で $HRFs$ 軌道へのシフトを追及することが要諦。

$HRFs$ は、膨大な R&D の持続的確保が鍵。このためには、R&D による ESG リスク解消を通じて、ブランド価値を創出して、それがステークホルダーの利益にもマッチするとの信任を得て、地球大の広範なステークホルダー (図 6) をして積極的な R&D 投資を誘発させるスキーム (図 7) [14] を確立することが鍵。



これを通じて、国境・業種を超えた多様な知の結合が期待。「気候誓約」はこの確立を促進。

図 6. R&D-ESG リスク解消を志向するステークホルダー。

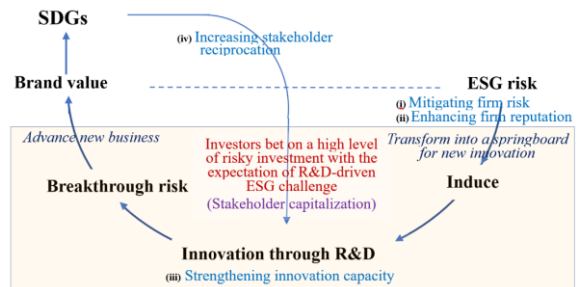


図 7. ESG リスク・R&D・ブランド価値創出ダイナミズム。

この観点から、表 1 は、R&D トップ 10 社の ESG リスク・R&D・ブランド価値創出ダイナミズムを軸とした R&D 誘発構造を比較。図 8 に示すように、アマゾン、アルファベット、アップル、マイクロソフトの 4 社 (AAAM) の誘発構造が突出。

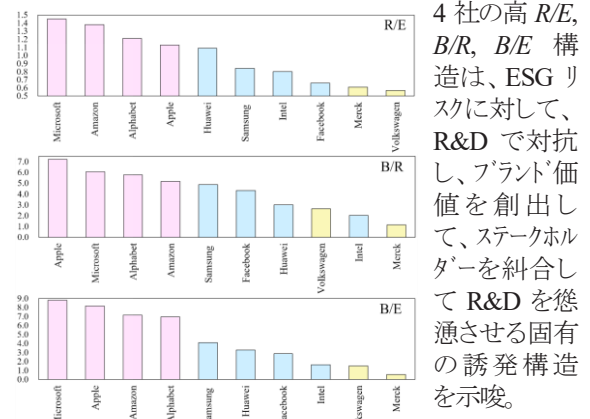


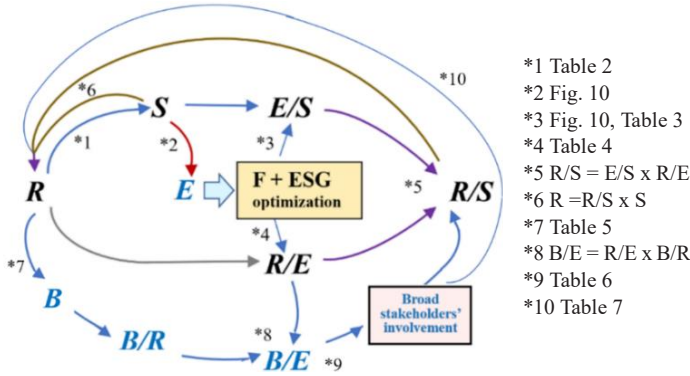
図 8. R&D トップ 10 社の誘発構造 (2020).

4. グローバル R&D リーダーのイニシアティブ

以上の検証に立脚して、4社 (AAAM) の率先例を念頭に、**図9**は F + ESG 最適化へのステークホルダー参画のダイナミズムを提起。

図10 及び**表2-表7**に示すとおり、一部の例外を除き4社の R&D 主導 ESG リスク対応は**図9**のダイナミズムに沿う。

アップルは、アマゾンと好対照の高総還元性向 (TRR) に見られるように、ブランド価値の上昇は主に株主に還元されて、必ずしもステークホルダーの参画促進には反映されるには至っていない (表6) [14]。



- *1 Table 2
- *2 Fig. 10
- *3 Fig. 10, Table 3
- *4 Table 4
- *5 R/S = E/S x R/E
- *6 R = R/S x S
- *7 Table 5
- *8 B/E = R/E x B/R
- *9 Table 6
- *10 Table 7

図9. F + ESG 最適化へのステークホルダー参画のダイナミズム。

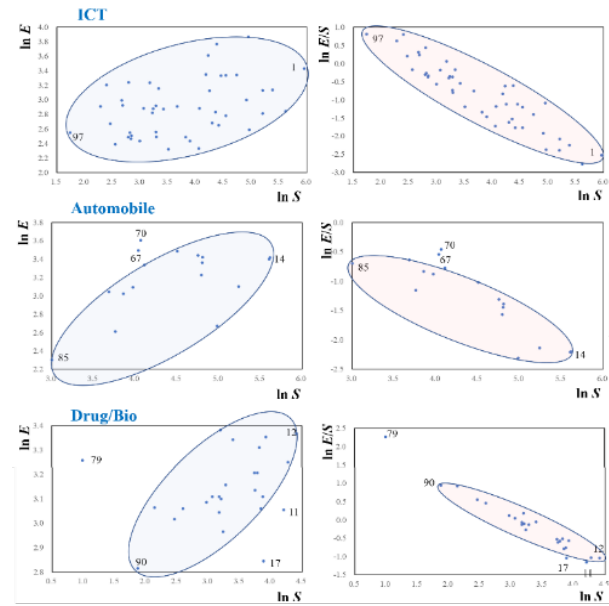


図10. 100社の売上・ESGリスク・回避努力(2020)。

表8 4社の抗 ESG リスク構造 (2020)

	R&D (R)	ESG risk (E)	Brand value (B)	ϵ_{RE} Elasticity of ESG to R&D	MIER Marginal inducibility of ESG to R&D	MC Market Capitalization	Sales (S)	Net income	TRR Total return ratio (%)	SC Stakeholder capitalization	CCC Cash conversion cycle (Days)	Cloud Infra market share (%)
Amazon	42.7	30.9	220.8	3.75	5.18	1634.0	386.1	21.3	0	52.7	-38	33
Alphabet	27.6	22.9	159.7	1.63	1.97	1154.0	182.5	40.3	76.9	26.9	40	9
Apple	19.5	17.2	140.5	1.18	1.34	2255.0	274.5	57.4	151.0	30.7	-30	0
Microsoft	19.3	13.3	117.1	1.06	1.54	1681.0	143.0	44.3	72.0	37.2	8	18

FCR: Price free cash ratio; IBR: Marginal inducibility of brand value to R&D.

表2 R&D による売上げの誘発-R&D トップ 100社 (2020)

$$S = e^{pR^q} \ln S = p + q_1 D_1 \ln R + q_2 D_2 \ln R + q_3 D_3 \ln R + r D_4$$

	p	q ₁	q ₂	q ₃	r	adj.R ²	Dummy
ICT	1.9835 (5.63)	1.0192 (8.00)	1.0167 (4.81)	1.0138 (2.90)	1.6683 (7.07)	0.740	D ₁ : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 D ₂ : 16, 19, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 44 D ₃ : 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 68 D ₄ : 71, 72, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 97, 99 D ₅ : 9, 11, 12, 13, 15, 17
Automobile	3.1504 (10.52)	1.0695 (8.56)	0.8728 (5.19)	0.8384 (2.99)*	-0.6358 (-7.36)	0.953	D ₁ : 8, 14, 20 D ₂ : 21, 23, 24, 26, 34, 41, 42, 44 D ₃ : 5, 16, 19, 48 D ₄ : 4, 44, 59, 85
Drug/bio	0.8952 (2.03)*	1.2680 (6.52)	1.4332 (5.83)	1.5353 (4.13)	1.4894 (4.38)	0.720	D ₁ : 9, 11, 12, 13, 15, 17 D ₂ : 18, 22, 25, 26, 32, 33 D ₃ : 39, 46, 47, 50, 51, 61, 62, 69, 74, 75, 79, 83, 90 D ₄ : 69, 75

p, q, and r: coefficients; D_i: dummy variables, D_i=1 (i=1-3), others are 0. Number of Dummy corresponds to number of 100 global R&D leaders listed in Fig. 3.

表3 売上と ESG リスク強度の相関-R&D トップ 100社 (2020)

$$\ln(E/S) = a + b_1 D_1 \ln S + b_2 D_2 \ln S + b_3 D_3 \ln S + c_1 D_4 + c_2 D_5$$

	a	b ₁	b ₂	b ₃	c ₁	adj.R ²	Dummy
ICT	2.1903 (9.39)	-0.8671 (-16.58)	-0.8415 (-13.03)	-0.7997 (-11.64)	0.4352 (2.79)	0.923	D ₁ : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 D ₂ : 16, 19, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 44 D ₃ : 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 68 D ₄ : 71, 72, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 97, 99 D ₅ : 9, 11, 12, 13, 15, 17
Automobile	2.4700 (2.97)*	-0.8167 (-5.57)	-0.8070 (-4.64)	-0.7957 (-3.73)	-0.5287 (-3.26)	0.905	D ₁ : 8, 14, 20 D ₂ : 21, 23, 24, 26, 34, 41, 42, 44 D ₃ : 5, 16, 19, 48 D ₄ : 4, 44, 59, 85
Drug/bio	2.9982 (21.52)	-0.9435 (-24.88)	-0.9388 (-22.20)	-0.9655 (-20.19)	-0.2402 (-2.09)*	0.968	D ₁ : 9, 11, 12, 13, 15, 17 D ₂ : 18, 22, 25, 26, 32, 33 D ₃ : 39, 46, 47, 50, 51, 61, 62, 69, 74, 75, 79, 83, 90 D ₄ : 69, 75

a, b and c: coefficients; D_i: dummy variables, D_i=1 (i=1-3), others are 0. The number of Dummy corresponds to the number of 100 global R&D leaders tabulated in Table A1 in the Appendix.

表4 R&D と ESG リスクの R&D 誘発率の相関-R&D トップ 100社 (2020)

$$R/E = a + b_1 D_1 \ln R + b_2 D_2 \ln R + b_3 D_3 \ln R + c_1 D_4 + c_2 D_5$$

	a	b ₁	b ₂	b ₃	c ₁	c ₂	adj.R ²	Dummy
ICT	-0.7301 (-3.08)	0.6207 (7.56)	0.6374 (4.63)	0.1853 (2.51)*	0.7536 (3.90)	-0.2571 (-4.54)	0.923	D ₁ : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 D ₂ : 16, 19, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 44 D ₃ : 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 68 D ₄ : 71, 72, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 97, 99 D ₅ : 9, 11, 12, 13, 15, 17
Automobile	-0.6425 (-4.11)	0.4176 (6.69)	0.4700 (5.59)	0.2434 (2.45)*	0.4894 (3.13)	0.1877 (6.16)	0.905	D ₁ : 8, 14, 20 D ₂ : 21, 23, 24, 26, 34, 41, 42, 44 D ₃ : 5, 16, 19, 48 D ₄ : 4, 44, 59, 85
Drug/bio	-0.6354 (-3.29)	0.4534 (5.62)	0.4797 (4.63)	0.1378 (4.01)	0.6275 (3.18)	0.1109 (3.31)	0.940	D ₁ : 9, 11, 12, 13, 15, 17 D ₂ : 18, 22, 25, 26, 32, 33 D ₃ : 39, 46, 47, 50, 51, 61, 62, 69, 74, 75, 79, 83, 90 D ₄ : 69, 75

a, b and c: coefficients; D_i: dummy variables, D_i=1 (i=1-3), others are 0. The number of Dummy corresponds to the number of 100 global R&D leaders tabulated in Table A1 in the Appendix.

表5 R&D とブランド価値の相関-R&D 代表 25社 (2020)

$$\ln B = a + b_1 D_1 \ln R + b_2 D_2 \ln R + b_3 D_3 \ln R + b_4 D_4 \ln R + b_5 D_5$$

a	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	adj.R ²	Dummy
2.663 (15.02)	0.727 (9.89)	0.739 (8.40)	0.482 (5.69)	0.750 (2.10)*	-1.137 (-1.78)**	0.889	D ₁ : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 D ₂ : 16, 19, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 44 D ₃ : 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 68 D ₄ : 71, 72, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 97, 99 D ₅ : 9, 11, 12, 13, 15, 17

表6 ブランド価値のステークホルダー資本主義の誘発-AAAM (2020)

$$\ln PFCR = a + b \ln B + c \ln FCF + d D$$

	a	b	c	d	adj.R ²	DW	Dummy
Amazon	1.926 (6.05)	0.827 (7.25)	-0.781 (-7.27)		0.814	2.80	
Alphabet	1.511 (6.24)	0.877 (11.19)	-0.753 (-10.31)	0.453 (3.75)	0.915	2.37	2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2020=1
Apple	3.200 (5.71)	0.117 (0.28) ⁺	-0.279 (-0.64) ⁺		0.000	1.63	
Microsoft	1.228 (1.96)**	1.057 (3.78)	-0.752 (-2.01)**	-0.481 (-4.04)	0.827	2.27	2008, 2010-2016=1

PFCR: price free cash ratio; B: brand value; FCF: free cash flow; and D: dummy variable.

表7 ステークホルダー資本主義の R&D 誘発-AAAM (2020)

$$\ln R = a + b \ln PFCR + c \ln FCF + d D$$

	a	b	c	d	adj.R ²	DW	Dummy
Amazon	-4.080 (-6.76)	1.175 (8.12)	1.037 (13.11)		0.936	2.07	
Alphabet	-3.548 (-4.11)	0.716 (3.63)	1.267 (12.77)	0.853 (4.09)	0.944	1.88	2008, 2012=1
Apple	-4.257 (-5.63)	0.648 (3.10)*	1.147 (11.01)	0.490 (1.94)**	0.915	1.30	2016, 2018=1
Microsoft	-0.465 (-2.75)*	0.302 (6.92)	0.633 (10.62)	-0.158 (-3.10)*	0.955	1.95	2007, 2020=1

R: R&D investment; PFCR: price free cash ratio; FCF: free cash flow; and D: dummy variable. Figures in parentheses are t-statistics: all are significant at the 1% level except *5%, **10% level and ⁺ insignificant.

以上をもとに**表8**は4社の抗 ESG リスク構造を比較。

R&D, ESG リスクの R&D 弾性値トップの**アマゾン**は、CCC, クラウドに突出し、ステークホルダー資本主義も先導 [10, 11, 13]。

5. アマゾン主導の気候誓約に倣う多様な知の結合

5.1 ESG 指向ステークホルダー資本主義

アマゾンは突出した CCC を梃に、CCC, R&D, 売上、時価総額の 4 重のフィードバックサイクルを構築 [10, 13]。これは、R&D, AWS, ブランド価値の共進構造に展開 (図 11, 表 9)。

AWS は R&D の結晶。ブランド価値を創出し、R&D を誘発。

アマゾンの際立った高 ESG リスク R&D 弾性値はこの共進構造に依拠。



図 11. アマゾンの R&D・AWS・ブランドの共進

この共進を通じ、AWS の機械学習が蓄積されて、新機能が創出 (図 12, 表 10)。

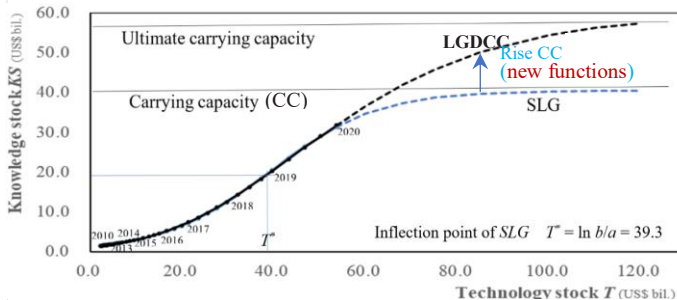


図 12. アマゾンの R&D 主導の AWS ストック蓄積軌道 (2010-2020)。

新機能はカウンターパート企業に浸透し、その発展に寄与。その学習を取り込み蓄積することにより、AWS はさらに進展・拡張 (図 13) [12]。

このように、カウンターパート企業の成長まで学習・同化して、アマゾンは R&D を急速に拡大 (図 14) [12]。

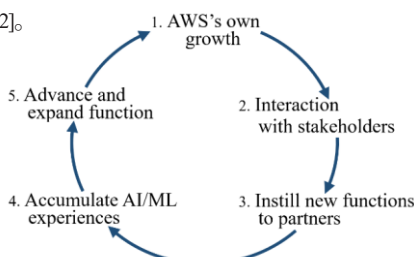


図 13. R&D, AWS, ブランド価値の共進構造。

かくしてアマゾンは際立った ESG リスク R&D 弾性値および群を抜いた R&D の限界弾性値誘発性を体化し、図 4 を上回る好循環を發揮 (表 11)。

表 11 4 社のネットワーク効果 (2020)

	ϵ_{RE}	$\frac{d\epsilon_{RE}}{dR}$
Amazon	3.75	0.43
Alphabet	1.63	0.10
Apple	1.18	0.06
Microsoft	1.06	0.02

このような「AWS の成長性・拡張性を内包する自己増殖機能」はステークホルダーに「R&D による ESG リスク解消とのシナジー」を信任させて、それに賭ける広範なステークホルダーの参画を加速して高 R&D を実現 (図 15, 表 12)。

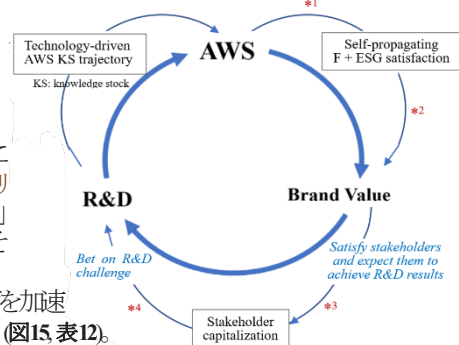


図 15. ステークホルダー資本主義を加速する R&D・AWS・ブランド価値の共進構造。

表 9 アマゾンの R&D・AWS・ブランドの共進 (2008-2020)。
 $\ln Y = a + b \ln X + c D$ where X, Y : R&D, AWS, and BW; D : Dummy variable.

X to Y	a	b	c	$adj.R^2$	DW	Dummy
R&D to AWS	-4.64 (-56.78)	1.44 (159.46)		0.999	2.53	
AWS to BV	-1.20 (-6.12)	0.60 (26.00)		0.983	1.53	
BW to R&D	-2.28 (-21.96)	1.16 (41.10)	-0.27 (-3.35)	0.993	2.18	2008, 2019, 2020 = 1, others = 0.

Figures in parentheses are t-statistics: all are significant at the 1% level.

表 10 R&D 主導 AWS ストック蓄積軌道 (2010-2020:四半期)

$$KS(T) = \frac{N}{1+be^{-aT}} \quad (SLG) \quad KS(T) = \frac{N_k}{1+be^{-aT} + \frac{b_k}{1-a_k/a} e^{-a_k T}} \quad (LGDCC)$$

	N	a	b	a_k	b_k	$adj. R^2$
SLG	40467 (65.52)	8.65×10^{-5} (83.25)	28.85 (55.09)			0.998
LGDCC	59557 (7.31)	1.18×10^{-4} (17.87)	40.42 (4.69)	4.58×10^{-5} (4.91)	5.41 (6.58)	0.999

$KS(T)$: knowledge stock of AWS corresponding to T ; T : technology knowledge stock; N and N_k : carrying capacity; a, b, a_k, b_k : coefficients.

Figures in parentheses are t-statistics: all are significant at the 1% level.

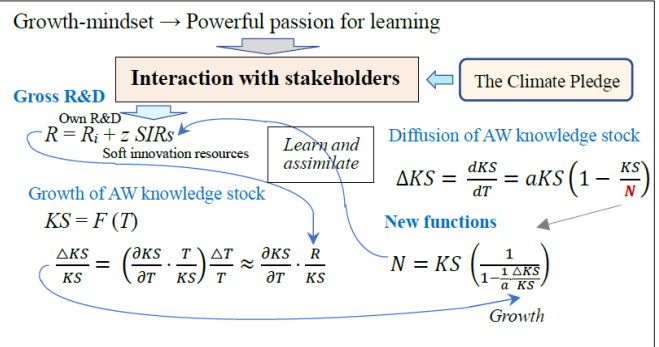


図 14. R&D に体化するステークホルダーとの相互啓発。

表 12 ステークホルダー資本主義を加速する R&D・AWS・ブランド価値の共進 (2007-2020)

*1 $\ln AS = a + b \ln KS + c D$

a	b	c	$adj.R^2$	DW
0.904 (6.90)	1.030 (14.72)	0.613 (3.87)	0.944	1.26
D: 2012-2015, 2017=1				

*2 $\ln BV = a + b \ln AS$

a	b	$adj.R^2$	DW
1.236 (11.25)	1.015 (24.19)	0.978	1.69

*3 $\ln PFCR = a + b \ln BV + c \ln FCF$

a	b	c	$adj.R^2$	DW
1.624 (9.10)	0.904 (14.13)	-0.837 (-13.89)	0.944	2.33

*4 $\ln R = a + b \ln PFCR + c \ln FCF + d D$

a	b	c	d	$adj.R^2$	DW
-3.530 (-11.35)	1.009 (11.67)	1.059 (28.35)	0.440 (3.51)	0.986	2.42
D: 2012-2015, 2017=1					

AS: apparel sales; KS: knowledge stock of AWS; BV: brand value; PFCR: price free cash ratio; FCF: free cash flow; R: R&D; D: dummy variat
 Figures in parentheses are t-statistics: all are significant at the 1% level

以上の広範なステークホルダー包摂力のもと $F + ESG$ 最適化は、ネットワーク外部性を上回るイノベーション創発効果を發揮 (表 11)[5]。

29 か国 322 社が相互連携して「多岐にわたるシステム現象の凝縮体」たる脱炭素に向き合う「気候誓約」は、国境・業種を超えた地球大のステークホルダーとの間で多様な知の結合を触発。

多様な知の結合は R&D と ESG 対応の好循環を持續する上で不可欠。

「地球大の一蓮托生の課題」故に秘匿・競争の壁を超えた実効が期待。

5.2 気候誓約イニシアティブの触発する多様な知の結合

(1) 国境・業種を超えた多様な知の結合ーデジタルリーダーアマゾンとフィンランド森林リーダーUPM との共進によるシナジー加速例

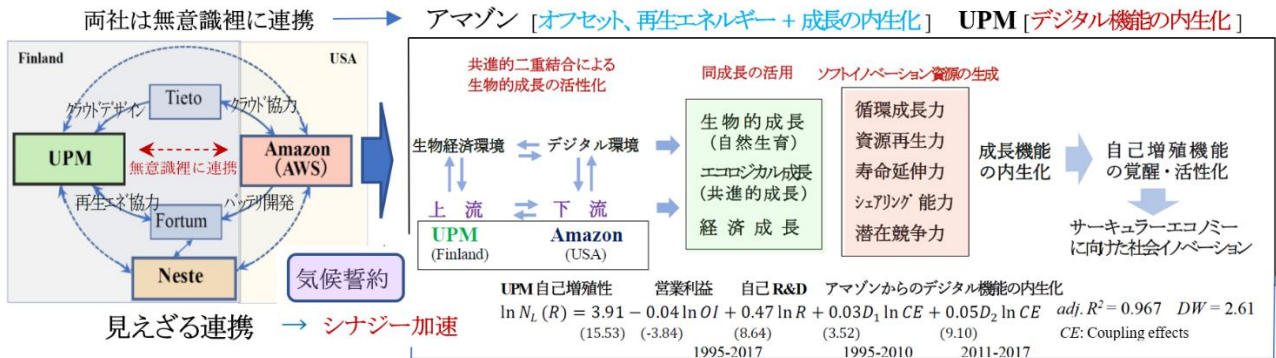


図16. 気候誓約イニシアティブによるアマゾン・UPMの連携ー多様な知の結合によるシナジー加速。

(2) 日本型イノベーションの刷新

脱炭素を奇貨として、地球大の「見えざるパートナー」を得難い時代的ステークホルダーと認識して、国境・業種を超えた連携に邁進。

表13 日本型イノベーション刷新の方向

時代	帰属主体	イノベーション資源	負担	成長資源	リターン	現状→刷新
1980年代ー	終身所属企業	見えざる出資	若年層の低賃金	低賃金を上回る生産性の余剰	高年齢層の生産性を上回る高賃金	成功体験の慣性に呪縛
ー2040年	地域・地球	国境・業種を超えた見えざる共進	シナジーを目指したESGリスクのブレークスルー	地球大の一蓮托生課題への連携・クラウドによる見えざる共進	F + ESGのシナジー	国境・業種を超えた見えざるパートナーとの連携

6. 結論

脱炭素を始めとする ESG リスクの高まりは、企業を「R&D 主導活躍開拓企業」と「非R&D 依存事象回遊模索企業」に二元化。

学習意欲にあふれた成長志向の高 R&D 企業は、前者を率先して、ネットワーク外部性効果享受。

学習理論・成長志向理論を下敷きに、「ESG リスクの R&D 弾性値」に着目して、以上を体現する数学モデルを導出して、R&D リーダーの対応を比較実証分析。

顧客中心 R&D 企業を標榜する R&D 世界トップのアマゾンは、R&D・AWS・ブランド価値創出の共進構造を構築し、新機能を創出して、連携企業に浸透させて発展に寄与し、その成果を学習してさらに高度化。ステークホルダーに「R&D と ESG 対応とのシナジー」を信任させて、それに賭ける積極的 R&D への意欲を獲得。

このステークホルダー包摂力のもと、F + ESG 最適化はネットワーク外部性を上回るイノベーション創発効果を発揮。

「多岐にわたるシステム現象の凝縮体」で、「地球大の一蓮托生の課題」たる脱炭素に向けて地球大のステークホルダーの多様な知の結合をねらいとする「気候誓約」は、国境・業種を超えた地球大の広範なステークホルダーとの相互連携を進めるもので、想定外の多様な知の結合が期待。

この結合は R&D と ESG リスクブレークスルーの好循環を持続する上で不可欠。「地球大の一蓮托生の課題」故に可能。

これは、終身所属企業の「見えざる出資」にのっとり 80 年代までの成功体験の慣性に呪縛されている日本企業に地球大の「見えざるパートナー」を得難いステークホルダーと認識して、国境・業種を超えた連携に邁進すべきことを啓発。継続的展開とその追証が今後の課題。

参考文献

- [1] Arrow K.J., 1962. Economic Implication of Learning by Doing. Review of Economic Studies 29, 155-173.
- [2] Dweck, C.S. and Leggett, E.L., 1988. A Social-cognitive Approach to Motivation and Personality. Psychological Review 95 (2), 256-273.
- [3] Dweck, C.S., 2006. Mindset: The New Psychology of Success. Random House, New York.
- [4] Fanti, L. and Buccella, D., 2016. Network Externalities and Corporate Social Responsibility. Economic Bulletin 36 (4), 2043-2050.
- [5] Fransman, M., 2007. The New ICT Ecosystem: Implication for Policy and Regulation. Cambridge University Press, Cambridge.
- [6] Fu, L., Boehe, D. and Qrlitzky, M., 2020. Are R&D-Intensive Firms also Corporate Social Responsibility Specialists? A Multicountry Study. Research Policy 49 (8), 104082.
- [7] Gladwell, M., 2000. The Tipping Point: How Little Things can Make a Big Difference. Little Brown, Boston.
- [8] Lin, W.L., Ho, J.A., Samvasivan, M., Yip, N. and Mohamed, A.B., 2021. Influence of Green Innovation Strategy on Brand Value: The Role of Marketing Capability and R&D Intensity. Technological Forecasting & Social Change 171, 120946.
- [9] Rogers, E., 2003. Diffusion of Innovations, Fifth Edition. Free Press, New York.
- [10] Tou, Y., Watanabe, C. and Neittaankäki, P., 2020. Fusion of Technology Management and Financing Management: Amazon's Transformative Endeavor by Orchestrating Techno-financing Systems. Technology in Society 60, 101219.
- [11] Watanabe, C., Tou, Y. and Neittaankäki, P., 2020. Institutional Systems Inducing R&D in Amazon: The Role of an Investor Surplus toward Stakeholder Capitalization. Technology in Society 63, 101290.
- [12] Watanabe, C., Akhtar, W., Tou, Y. and Neittaankäki, P., 2021. Amazon's Initiative Transforming a Non-contact Society: Digital Disruption Leads the Way to Stakeholder Capitalization. Technology in Society 65, 101596.
- [13] Watanabe, C., Tou, Y. and Neittaankäki, P., 2021. Transforming the Socio Economy with Digital Innovation. Elsevier, Amsterdam.
- [14] 渡辺千帆, 藤祐司, 2021. カーボンニュートラルに向けた日本モデルのデジタル覚醒: アマゾンに倣う ESG 指向のステークホルダー資本主義. 研究・イノベーション学会年次学術大会予稿集, 東京, 368-373.