JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

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，千仭；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

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｃ０７

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

○渡辺　千仭 (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る。

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慫慂

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。

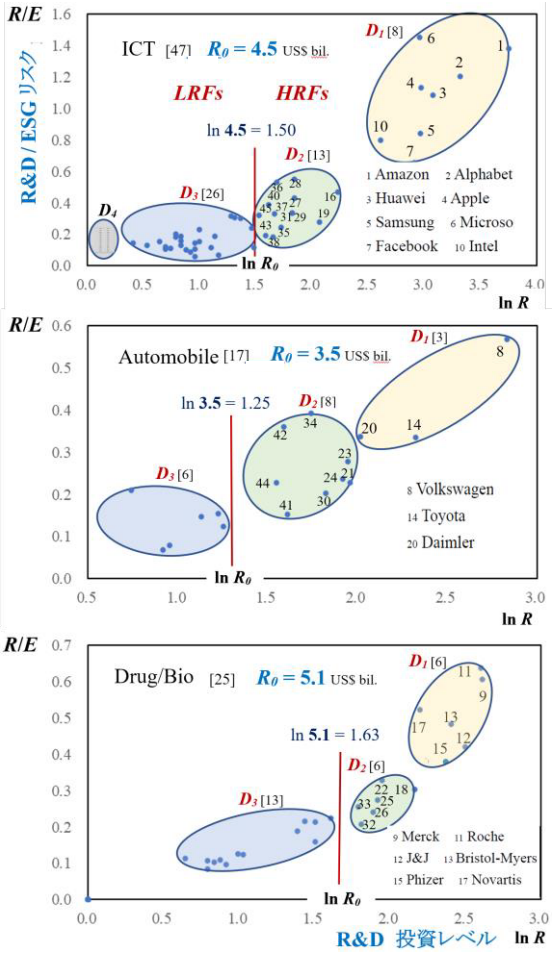


図 1. R&D リーダーの ESG リスク対応クラスター.

R: R&D, R_0: 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。

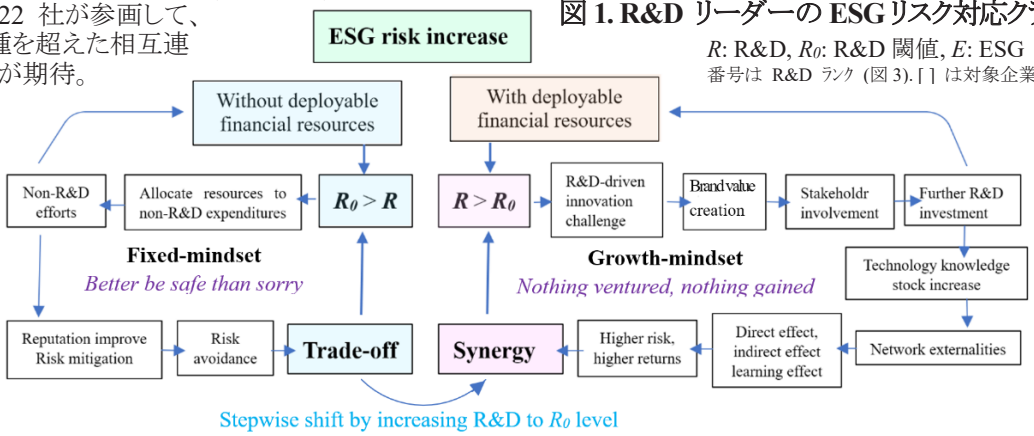


図 2. ESG リスクに対する R&D 対応 ― シナジーとトレードオフの二元性.

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

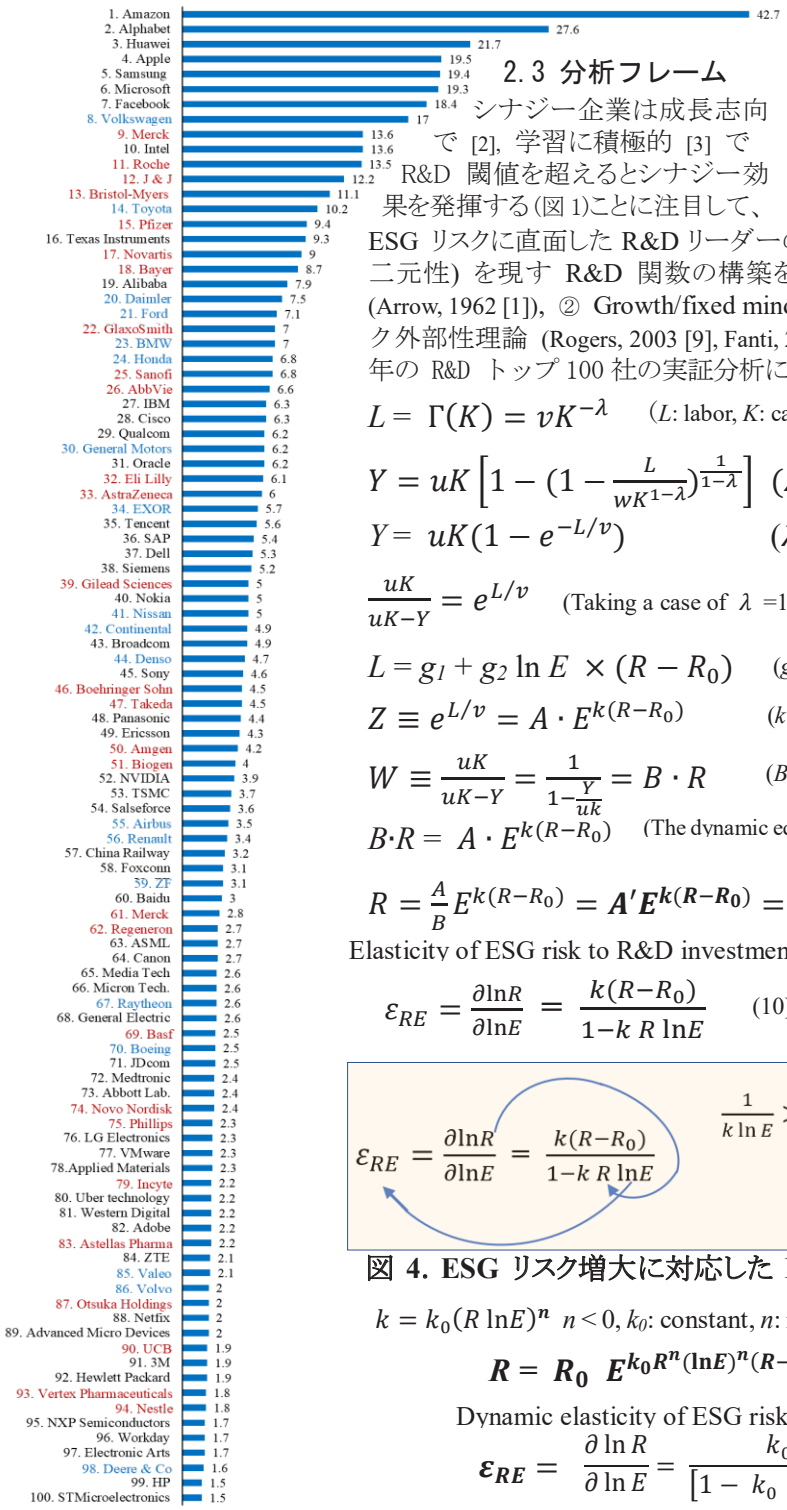


図 3. 世界の R&D トップ 100 社の R&D 投資 (2020) – US$ bil.
Sources: Global innovate on leaders in 2020 - Top 100 publicly listed companies by annual R&D expenses (fDi Intelligence, 2021). https://www.fdiintelligence.com/article/79672

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。

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R = \frac{A}{B}E^{k(R-R_0)} = \boldsymbol{A'E^{k(R-R_0)}} = \boldsymbol{R_0E^{k(R-R_0)}} \quad (A' = A/B = R_0) \tag{9}$$

Elasticity of ESG risk to R&D investment

$$\varepsilon_{RE} = \frac{\partial \ln R}{\partial \ln E} = \frac{k(R-R_0)}{1-k\,R\ln E} \tag{10}$$

(10) 式はシナジーとトレードオフの二元性を体現 (**図 4**)。

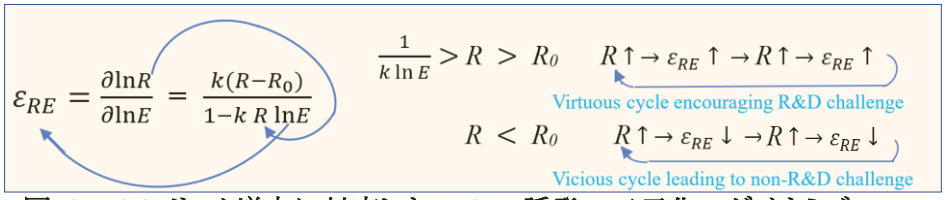


図 4. ESG リスク増大に対応した R&D 誘発の二元化のダイナミズ.

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

$$\boldsymbol{R = R_0\ E^{k_0R^n(\ln E)^n(R-R_0)}} \tag{11}$$

Dynamic elasticity of ESG risk to R&D

$$\boldsymbol{\varepsilon_{RE}} = \frac{\partial \ln R}{\partial \ln E} = \frac{k_0\,(n+1)R^n\,(R-R_0)(\ln E)^n}{\left[1-\ k_0\ (\ln E)^{n+1}\left[(n+1)R^{n+1} - nR_0R^n\right]\right]} \tag{12}$$

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

2.2 ESG リスク、ブランド価値

(1) ESG リスク

業界固有の ESG リスクに対する企業の直面状況と企業がそれらのリスクをどの程度適切に管理しているかを測定した **Company ESG Risk Ratings** (Sustainalytics, 2021) に依拠。
https://www.sustainalytics.com/esg-ratings?industry=&currentpage=2

(2) ブランド価値

ESG リスク回避を通じて創出される評判、革新、コストパフォーマンス、感情的な適合、推奨及び品質を反映し、環境・社会・ガバナンスの属性の 3 次元的な利点を包含すると見なされる **Global Brand Value Report** (Brand Finance, 2007-2020) に依拠。
https://brandfinance.com/wp-content/uploads/1/brand_finance_global _500_2020_preview.pdf

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**)。

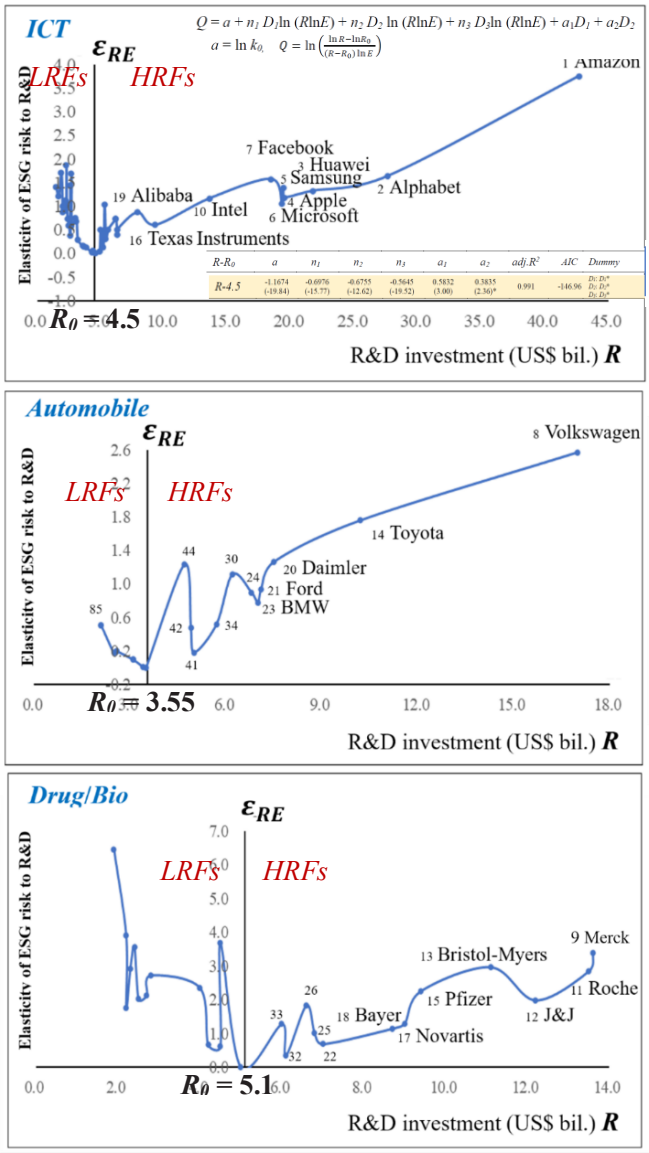


図 5. 100 社の R&D と ESG リスクの R&D 弾性値 (2020).

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 **Vollsswagen**	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.

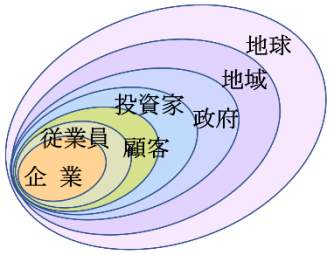
R&D の閾値 R_0 (ICT 4.5、自動車 3.55、医薬 5.1) を超えた高 R&D 企業 (*HRFs*) に $R\uparrow \rightarrow \varepsilon_{RE}\uparrow \rightarrow R\uparrow \rightarrow \varepsilon_{RE}\uparrow$ の好循環、それに至らない低 R&D 企業 (*LRFs*)は悪循環を示し、図 2 の二元性のダイナミズムを体現。

HRFs は $\frac{d\varepsilon_{RE}}{dR} > 0$ 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 投資の慫慂

LRFs は、まずは、*HRFs* のスピルオーバー技術を吸収・同化して、$\varepsilon_{RE}\downarrow$ 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 投資を慫慂させるスキーム (**図 7**) [14] を確立することがが鍵。

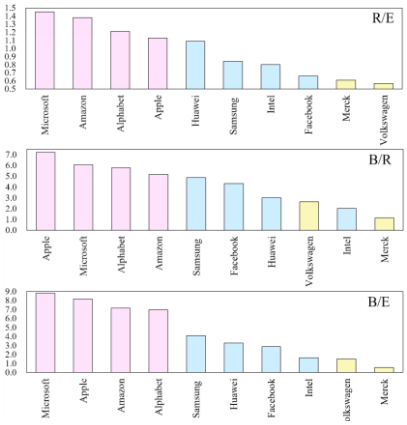


これを通じて、国境・業種を超えた多様な知の結合が期待。「気候誓約」はこの確立を促進。

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。



4 社の高 *R/E*, *B/R*, *B/E* 構造は、ESG リスクに対して、R&D で対抗し、ブランド価値を創出して、ステークホルダーを糾合して R&D を慫慂させる固有の誘発構造を示唆。

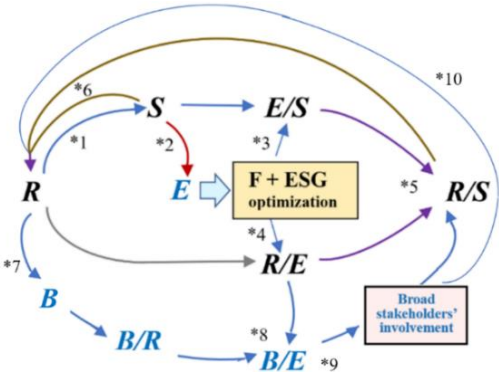
図 8. R&D トップ 10 社の誘発構造 (2020).

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慫慂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.

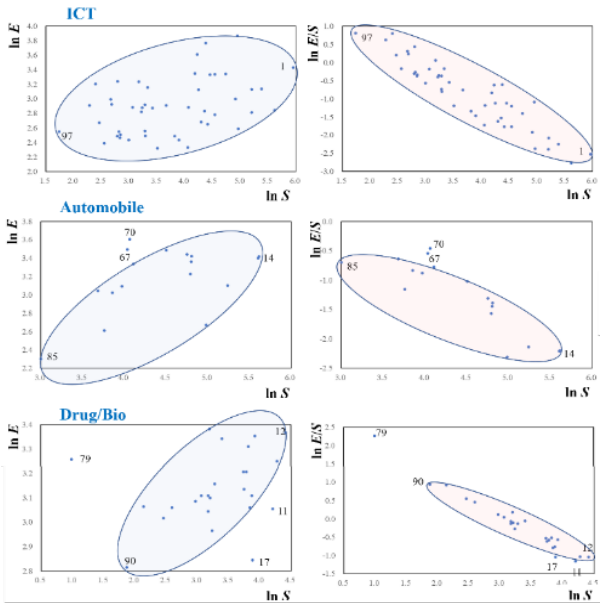


図 10. 100 社の売上・ESG リスク・回避努力(2020).

表 2 R&D による売り上げの誘発－R&D トップ 100 社 (2020)

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

	p	q_1	q_2	q_3	r	$adj.R^2$	Dummy
ICT [47]	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, 4 D_3: 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 6 71, 72, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 97, 9 D_4: 57, 58, 68, 71, 76, 99
Automobile [17]	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, 25, 24, 30, 34, 41, 42, 44 D_3: 55, 56, 59, 67, 70, 85 D_4: 42, 44, 59, 85
Drug/bio [25]	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, 9 D_4: 69, 75

p, q, and r: coefficients; Di: dummy variables, Di=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)

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

	a	b_1	b_2	b_3	c_1	$adj.R^2$	Dummy
ICT [47]	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, 45 D_3: 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 72, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 97, 99 D_4: 1, 5, 7, 16, 19, 48
Automobile [17]	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, 25, 24, 30, 34, 41, 42, 44 D_3: 55, 56, 59, 67, 70, 85 D_4: 20, 34, 42, 44, 85
Drug/bio [25]	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: 9, 17

a, b and c: coefficients; Di: dummy variables, Di=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 Append

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)

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

	a	b_1	b_2	b_3	c_1	c_2	$adj.R^2$	Dummy
ICT [47]	-0.7391 (-3.08)	0.6207 (7.56)	0.6374 (4.63)	0.1853 (2.51)*	0.7336 (3.00)	-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, 45 D_3: 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 68 71, 72, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 97, 99 D_4: 1, 5, 7, 16, 19, 48
Automobile [17]	-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, 25, 24, 30, 34, 41, 42, 44 D_3: 55, 56, 59, 67, 70, 85 D_4: 20, 34, 42, 44, 85
Drug/bio [25]	-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: 9, 17

a, b and c: coefficients; Di: dummy variables, Di=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)

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

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, D_2: 4, 6 D_3: 3, 5, 7, 8, 10, 14, 23, 24, 27, 28, 31, 35, 68, 70, 88, 94 D_4: 19, 21, 38, 41, 60

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.

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 Capitali-zation	Sales (S)	Net income	TRR Total return ratio (%)	SC Stake-holder capitali-zation	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.

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

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.

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)。

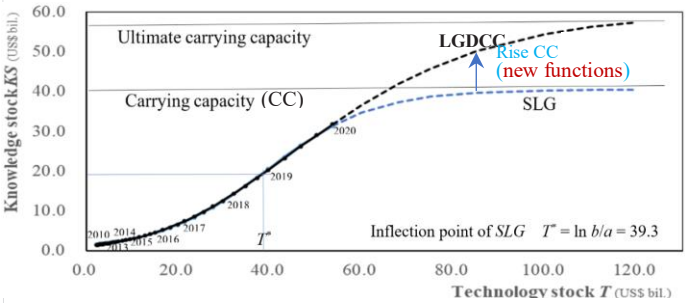


図 12. アマゾンの R&D 主導の AWS ストック蓄積軌道 (2010-2020).

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

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

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

$KS(T)$: 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.

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.

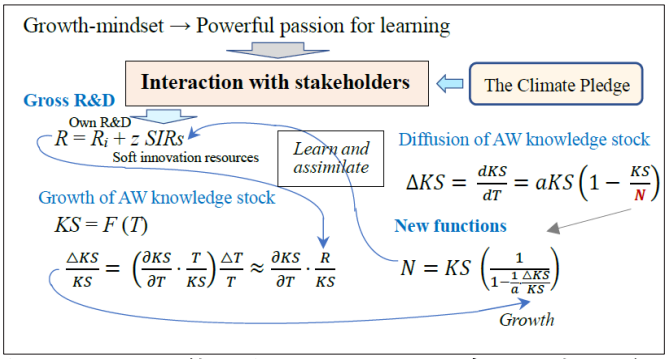


図 14. R&D に体化するステークホルダーとの相互啓発.

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 を上回る好循環を発揮 (表 11)。

表 11 4 社のネットワーク効果 (2020)

	ε_{RE}	$\frac{d\varepsilon_{RE}}{dR}$
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)。

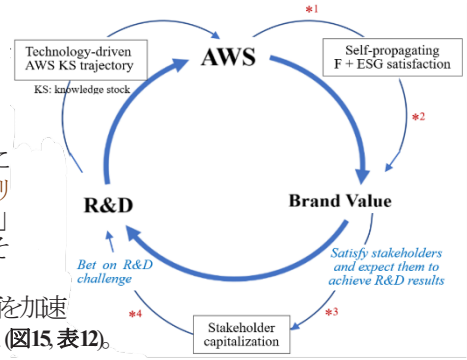


図 15. ステークホルダー資本主義を加速する R&D・AWS・ブランド価値の共進構造.

表 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 D: 2012-2015, 2017=1	1.26

*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 D: 2012-2015, 2017=1	2.42

AS: apparel sales; KS: knowledge stock of AWS; BV: brand valu
$PFCR$: price free cash ratio; FCF: free cash flow; R: R&D; D: dummy variab
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発揮 (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 対応の好循環を持続する上で不可欠。

「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 ― 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

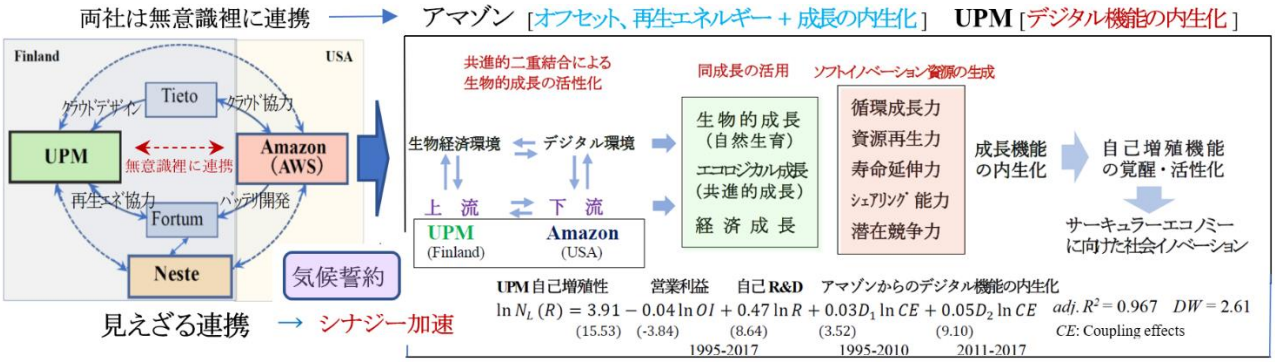


図16.. 気候誓約イニシアティブによるアマゾン・UPM の連携 ― 多様な知の結合によるシナジー加速.

(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–	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
–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 主導活路開拓企業」と「非R&D依存事態回避模索企業」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を享受。

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」に着眼して、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 への慫慂を獲得。

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」にのっとった 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] ArrowK.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 Univedrsity 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 ofMarketting 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 Neittaanmäki, 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 Neittaanmäki, 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 Neittaanmäki, 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 Neittaanmäki, P., 2021. Transforming the Socio Economy with Digital Innovation.Elsevier, Amsterdam.

[14] 渡辺千仭, 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.