

スポーツ用義足メーカーにおける特許の重要性

永松陽明

はじめに

東京2020パラリンピック競技大会は盛況のうちに終わった。同大会でスポーツ用義足を装着した国内外選手の活躍は記憶に新しい。そこで、日本人の義足選手としては第一人者と言われる山本篤選手に関する報道の一例を図1に示す。

山本篤の義足はメイド・イン・ジャパン 直前に変更決断

4大会連続のパラリンピックとなる義足選手の第一人者、山本篤が28日、男子走り幅跳び（義足T63）で国産義足を装着してメダルに挑んだ。大会直前に、ほぼ全ての選手が使用する海外2社の義足から切り替える決断をした。

パラ陸上界の競技用義足は、オズール社（アイスランド）、オットーボック社（ドイツ）の老舗義肢装具メーカー2社が世界を席卷。国内外のほぼ全ての選手が使用する。

山本もこれまで主に2社の義足を着けていた。しかし、今大会まで1カ月を切っただけで、国内メーカーに切り替える決断を下した。

使用するのは、地球快適化インスティテュート（東京都千代田区）製。同社は産学の総力を挙げて開発に取り組んでいる。これまで女子走り幅跳びの前川楓と協力しながら、理論的に最適な形状を作り上げてきた。今年7月には、前川に加えて山本も開発や技術開拓のパートナー契約を結び、同社製の義足を試してきた。

義足を替えると、パラのトップアスリートでも時間がかかると言われるが、1回目でききなり自己ベスト（6メートル70）に迫る6メートル62を記録した。

（松本龍三郎）

図1 スポーツ用義足の報道例

出典：朝日新聞デジタル，2021年8月28日 20時37分¹

図1より、パラ陸上界のスポーツ用義足は、Össur（オズール）とOttoBock（オットーボック）の2社が国際市場を席卷していること、日本の企業・組織も参入していること

がわかる。

続いて、陸上競技用の開発の歴史と Össur 社や Ottobock 社といった関連企業の活動を考察する。それらを表 1 に整理する。なお、表 1 は永松 (2022)² に企業情報を追記したものである。

表 1 より、スポーツ用義足は1980年代から米国人発明者 Van Phillips により本格的に開発が着手され、1992年に製品の支配的なデザインであるドミナント・デザインが確立、2000年に Van Phillips 設立の Flex-Foot 社が Össur 社により買収、2017年に Flex-Foot 社の流れを組む Freedom Innovations 社が Ottobock 社により買収されている。つまり、現在の大手 2 社は発明者 Van Phillips の技術的な流れを組む。

表 1 スポーツ用義足開発の歴史と関連企業の活動

1976年	Van Phillips, アリゾナ州立大学3年時に水上スキーをしていた際、モーターボートに衝突され、プロペラで左足の膝下を切断。
1977年	Van Phillips, ノースウェスタン大学医用生体工学プログラムに参加。ユーザーがジャンプしてリバウンドできる義肢の概念化を開始。
1981年以降	Van Phillips, ノースウェスタン大学卒業後、ユタ大学の生物医学設計センターに開発エンジニアとして勤務。骨ではなく、靭帯と腱の復元に焦点を当て、義肢のソケット、裏地、アタッチメントの開発に取り組む。ジャンプを可能にするアイデアに関して素材やデザインを模索。 以降、チーターの後脚のC字型に触発され、プロトタイプの製作を開始。その開発過程で、エネルギーリターンが高く、かつ軽量、耐久性があるカーボングラファイトを採用。航空宇宙材料エンジニアの Dale Abildskov のサポートを受け、開発した数百のモデルを自身の脚を使いテスト。 最終的なデザインはL字型となり、この形状に「かかと」部分を付与。かかとに体重がかかることにより、バネのように機能し、踏みこみと同時に体重がエネルギーに変換される走行やジャンプが可能な義足が完成。
1984年	Van Phillips, Dale Abildskov らが Flex-Foot Inc. を設立。
1988年	Flex-Foot 製品がパラリンピックに初登場。
1992年	現在のスポーツ用義足の形状が確立（ドミナント・デザインの確立）。
1996年	Flex-Foot 社、スポーツ用義足「チーター」を発売開始。
1998年	Van Phillips, 国際義肢装具学会から Brian Blatchford Memorial Prize を受賞。
1999年	Van Phillips, Flex-Foot に形状が似た安価で丈夫な義足を世界に届けるために、Second Wind Foundation を設立。
2000年	Van Phillips, Flex-Foot 社をアイスランドの福祉機器メーカー Össur 社に売却。
2001年	アメリカの義足メーカー Springlite 社をドイツの福祉機器メーカー Ottobock 社が買収。
2002年	Flex-Foot 社の開発部門はアメリカ・ユタ州に残り、Freedom Innovations 設立。
2017年	Freedom Innovations 社を Ottobock 社が買収。
2020年	米国連邦貿易委員会 (FTC) の指示を受け Freedom Innovations 社を分割。カーボン足部はフランスの福祉機器メーカー Proteor 社が買収。

出典：マサチューセッツ工科大学 Lemelson-MIT プログラムホームページ³；National Paralympic Heritage Trust ホームページ⁴；Hobara (2014)⁵；ナブテスコ (Nabtesco) ホームページ⁶；Dan & Bradstreet ホームページ⁷；Ottobock ホームページ⁸；The Salt Lake Tribune ホームページ⁹を基に筆者作成

そこで本研究では、スポーツ用義足のイノベーションの流れについて「買収」と「特許」の視点で分析と検討を行う。参考となる研究として、Ahuja & Katila (2001)¹⁰とRanft & Lord (2002)¹¹などがある。Ahuja & Katila (2001)では、化学産業を分析対象として買収によるイノベーションへの影響を論じ、Ranft & Lord (2002)では被買収企業の技術からの買収企業への知識移転を論じている。また、Griliches (1990)¹²やNagaoka et al. (2010)¹³はイノベーションの指標として特許を論じている。そこで本研究では陸上競技スポーツ用義足の特許に着目する。なお、これまでのパラリンピックやパラスポーツ（障がい者スポーツ）における特許庁（2020）¹⁴の特許を分析対象とした研究やHobara (2014)¹⁵、沖川 (2014)¹⁶、相馬 (2015)¹⁷、永松 (2019)¹⁸、永松 (2022)¹⁹等、技術を扱った研究において、イノベーションの流れについて買収の視点から分析した研究は僅少である。

1. スポーツ義足特許のトレンド及び取得企業

まずスポーツ用義足の特許の概要を把握するために、同義足が発明されたアメリカの特許を検索する。アメリカ特許商標庁が提供するデータベース「USPTO patent full-text and image database」< <https://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-bool.html> >を使用する。分析対象及び期間を表2に整理する。

表2 本研究における使用データベース、分析対象、分析期間

使用データベース	USPTO patent full-text and image database
分析対象	“sport”もしくは“sports”と“prosthesis”が全ての項目に含まれる特許
分析期間	USPTO patent full-text and image databaseの特許データ提供期間(1976年から現在まで)

表2をインプットデータとして抽出した結果は、2,195件であった。その国別の内訳を図2に示す。国別の特許を把握するためには、表2のインプットデータに加え、Assignee Country（譲受人が属する国）に国の情報を付加する。

図2より、スポーツ用義足の特許はアメリカが最も多く取得していることがわかる。そのため、多くの特許がアメリカで作成されていると想定される。続いてドイツ、フランスなどのヨーロッパ諸国が続き、日本は7件に留まっている。つまり、本分野は欧米が中心に研究開発が行われていると考えられる。

次に表2で抽出した2,195件を発明者及び企業の視点で考察する。発明者及び企業の

特許数を把握するためには、Inventor Name（発明者名）及び Assignee Name（譲受人）の情報を付加する。その結果を図3に整理する。

図3より、発明者である Össur 社と Van Phillips の特許がライバル社よりも多いことがわかる。ただし、この検索式では Van Phillips が発明した特許全54件のうち、26件のみ抽出しているため全てのスポーツ用義足の特許を把握できていない可能性はある。そうした限界があるとしても、2者はライバル社よりも技術的な優位性があると考えられる。また、Flex-Foot 社や Freedom Innovations 社なども含めると Van Phillips のイノベーションの流れの影響の大きさがわかる。

日本企業においては、義足メーカーである今仙技術研究所（Imasen）と Freedom Innovations 社の代理店であるナブテスコ（合併前は Nabco）を調査した結果、ナブテスコが1件ある程度であった。

以上の議論を整理すると、スポーツ用義足の研究開発はアメリカが中心であり、検索結果に限界はあるものの、主な特許取得者は Van Phillips と Össur 社であった。

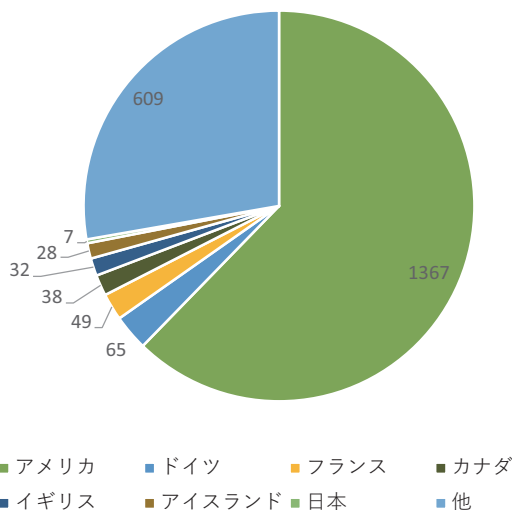


図2 スポーツ用義足特許の国別特許数

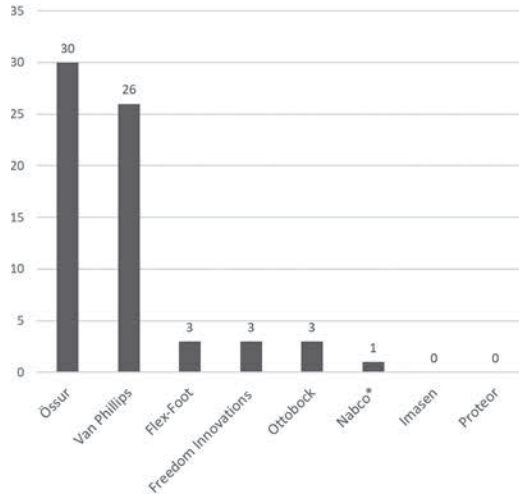


図3 スポーツ用義足特許の発明者及び主要企業の特許数

2. Össur 社の特許分析

Van Phillips により設立された Flex-Foot 社を買収した Össur 社の特許と売上高に着目する。図4にそれらの指標のトレンドを示す。1999年からデータを記載している理由は、Össur 社が同年にアイスランドで上場を果たしたためである。

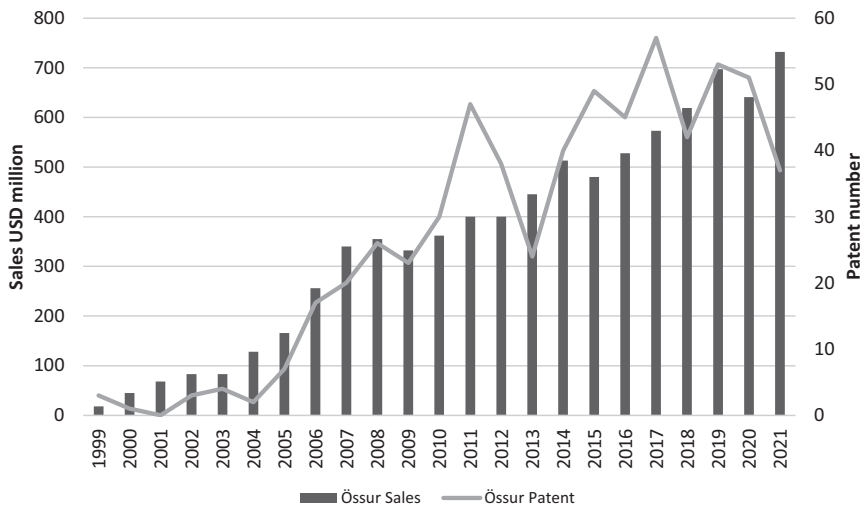


図4 Össur 社の売上高と特許のトレンド（1999年から2021年）

図4より、Össur社の売上高の伸びで示される企業的な成長と特許の伸長を通してイノベーションの成長がわかる。次にこれらの関係性を考える。企業にとってイノベーション、技術は経営資源となると論じたWatanabe(1992)の研究²⁰に依拠して回帰分析を行った。分析に用いたモデル((1)式)を下記に示す。

$$OS = aOP + b \quad (1)$$

OS: Össur社売上高, OP: Össur社特許, a , b : パラメータ。

分析結果を表3に示す。

表3 Össur社における売上高と特許との回帰分析結果

a (t-value)	b (t-value)	$adj. R^2$	DW
10.450 (10.408)	78.057 (2.361)	0.830	1.310

表3よりパラメータの符号が正であること、つまり特許は売上高に対して正の効果を持つこと、及びt値、修正済決定係数($adj. R^2$)、ダービン・ワトソン比(DW)の全てが統計的に有意と判断できるため、特許が売上高を決定する要因であると言える。つまり、Össur社にとって特許は重要な経営資源となっている。

次にÖssur社の特許に対するVan Phillipsの特許の買収効果について検証する。分析を進める前に事業(売上高)に対するFlex-Foot社の買収効果を整理すると、2000年の売上高の半分程度が買収によってもたらされている。Össur社(2022)²¹によれば、これは非常に大きなビジネスインパクトであったとされる。そして表3に示した通りÖssur社にとって特許は重要な経営資源であるため、Van Phillipsの特許はÖssur社にとって正の影響があると想定でき、その見地から分析を進める。

図5にVan Phillips及びÖssur社の特許のトレンドを示す。Van Phillipsが初めて特許を取得した1985年からプロットする。

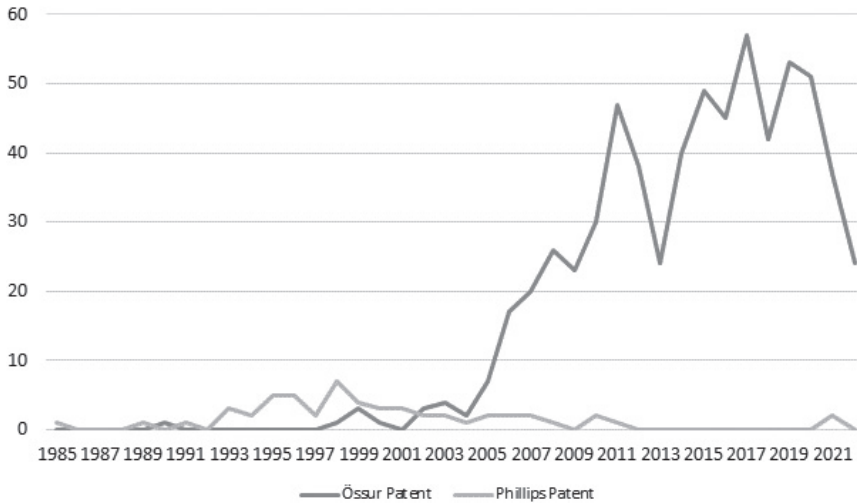


図5 VanPhillips と Össur 社の特許トレンド (1985年から2022年)

Össur 社の特許に対する Van Phillips の影響を観察するため、下記にモデル ((2) 式) を設定する。モデルは Össur 社の特許に Van Phillips の特許が効果を示すことが表現されている。なお、Van Phillips の特許がどの程度の時間差 (タイムラグ) で Össur 社の特許に影響を与えるかを計測するため、タイムラグの概念をモデルに組み込んでいる。ただし、統計分析を行う上で大事なコンセプトである自由度のため、タイムラグは10年を超えないものとする。また Össur 社による Flex-Foot 社による買収は2000年に行われたため、その前後10年、1990年から2010年の20年を分析期間とし影響を計測する。

$$OP_t = a'VP_{t-l} + b' \quad (2)$$

OP : Össur 社特許, VP : Van Phillips 特許, a' , b' : パラメータ, t : 時間, l : タイムラグ。

分析結果を表4に示す。

表4 Össur 社特許と Van Phillips 特許との回帰分析結果

time lag	a' (t-value)	b' (t-value)	$adj. R^2$	DW
0年 ($l = 0$)	-1.681 (-1.553)	9.225 (2.955)	0.069	0.373
5年 ($l = 5$)	0.233 (0.227)	4.911 (1.683)	-0.053	0.163
10年 ($l = 10$)	3.285 (6.041)	0.309 (0.219)	0.651	1.318

これまでの分析結果によれば, Van Phillips 特許は Össur 社特許に対して正の効果 (α' の値がプラス) でなくてはならない。そのため, 許容できる分析結果はタイムラグ10年である。併せて, 10年のタイムラグを取った結果に着目すると, t 値, 修正済決定係数 ($adj. R^2$), ダービン・ワトソン比 (DW) の全てが統計的に有意と判断できるため, Van Phillips 特許が Össur 社特許に正の影響を及ぼしたのは買収後10年と考えられる。本分析は特許 (取得) 数同士で分析しているため, Van Phillips が特許を取得してから10年後に Össur 社特許取得に影響を与えていることが明らかとなった。一般に特許の成立プロセスは特許出願から1年半後に公開され, その時点から審査が開始され, ある程度の審査期間を経て, 特許庁に拒絶されなければ特許となる。また当然, 特許出願される内容の研究及び特許の執筆は, 出願期間よりも前の次点で着手していなければならない。以上から判断すると, 計算で求めた10年から, 特許公開までの期間の1年半と審査期間及び申請をするための研究, 特許執筆期間を差し引いた時間が, 「Flex-Foot 社買収から特許につながる研究に至るまでの期間」となる。審査期間及び申請をするための研究, 特許執筆期間を差し引いた時間をそれぞれ1年と仮定すると, 「Flex-Foot 社買収から特許につながる研究に至るまでの期間」は6年半と計算できる。以上の議論を図6に整理する。

以上の分析結果からスポーツ用義足の分野は, 特許の買収を行っても少なくとも効果が出るまでに6年半程度かかる分野であると言える。つまり買収をしても容易に技術を吸収できる分野ではないと想定される。この難しい分野において, 技術キャッチアップには相当の資本及び人員が必要であると考えられる。

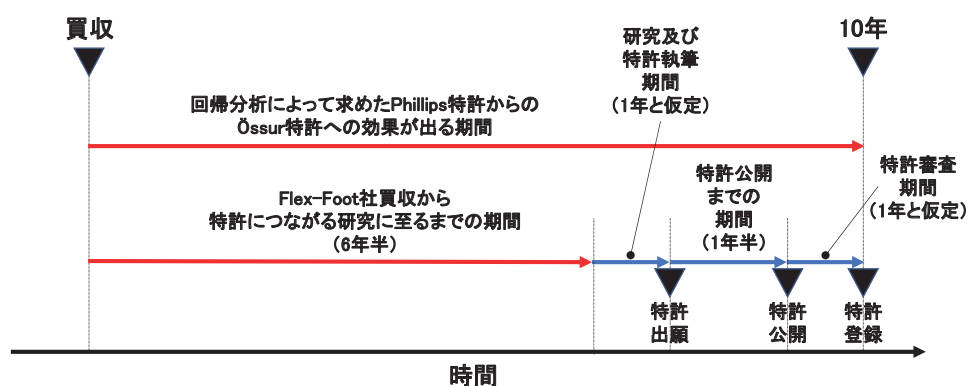


図6 Össur 社における Flex-Foot 社買収効果が発揮され始めた期間の推定

3. 結論

本研究では、スポーツ用の開発の歴史と Össur 社や Ottobock 社といった関連企業の企業活動を踏まえた上で、アメリカでのスポーツ用義足の概要を把握した。スポーツ用義足の研究開発はアメリカ中心であり、検索結果の限界はあるものの、特許の取得は Össur 社と Van Phillips が中心であった。その Van Phillips の設立した Flex-Foot 社を買収した Össur 社に着目して売上高と特許との関係を回帰分析した結果、特許は売上高を決定する大きな要因であることがわかった。そして Van Phillips 特許が Össur 社特許に影響を与えている見地の元、買収が行われた2000年の前後10年、合計20年の期間を対象に回帰分析を行った結果、10年のタイムラグがあった。分析結果及び特許に至るまでの研究、特許公開・審査期間などを踏まえると、買収後6年半あたりから特許取得の効果が表出していると考えられる。つまり、Össur 社は Flex-Foot 社買収により、その影響を受けた特許権を取得するまでに10年かかっているが、研究開発にはおよそ6年半後から効果を得ていると想定できる。このスポーツ用義足の分野において技術のキャッチアップには相当の資本及び人員が必要である。

次に日本における取組を考える。表1に示すように大手の Össur 社も Ottobock 社も Van Phillips の技術の流れを受けている。つまり相当な先行的な研究がその2社では行われていると想像される。

そのような環境下において、技術のキャッチアップを実現するには、日本の小さいマーケットでは相当な困難に直面すると考えられる。リベリタス・コンサルティング(2021)は「(日本に)約7万人いるといわれている義足利用者のうち、スポーツ用義足利用者は、数百人程度とみられている」と指摘している²²。そのブレークスルーには「Van Phillips の技術の流れ」から逸脱した破壊的なイノベーションが求められるが、それはそう容易なことではない。

Van Phillips の生み出したイノベーションの始まりが、義足を必要とする当事者としての視点からの開発であったとするならば、より一層の、当事者との密な連携が重要である。日本には、これまでのパラリンピック選手の活躍を支えた「縁の下の力持ち」である義肢装具士やメーカーがあり、海外製品を使いこなす知識が蓄積されている。そうした技術を体系化・共有化していくことが、破壊的なイノベーションを生む第一歩となるであろう。

また、一般的に海外製品は顧客のニーズに対して対応が遅いケースが見受けられる。そうした事例は、情報分野のソフトウェアなどでは頻発しており、ユーザーが不満をい

だくことも多い。スポーツ用義足において、国内メジャー企業の成立はすぐには難しいと考えられるが、不満を抱えるユーザーをなくすためには福祉機器分野におけるメジャー企業育成が国策として重要である。

参考引用文献

- 1 朝日新聞デジタル, 「山本篤の義足はメイド・イン・ジャパン 直前に変更決断」, <https://www.asahi.com/articles/ASP8X6SYGP8XUTQP01S.html>, (2022年5月28日).
- 2 永松陽明, 2022, 「米国特許データを用いたスポーツ用義足技術の影響分析」, 日本財団パラリンピックサポートセンターパラリンピック研究会紀要, 17,179-191.
- 3 Lemelson-MIT Website, <https://lemelson.mit.edu/resources/van-phillips>, (October 21, 2021).
- 4 National Paralympic Heritage Trust Website, <https://www.paralympicheritage.org.uk/running-blades-and-their-evolution>, (October 21, 2021).
- 5 Hobara, H., 2014, "Running-Specific Prostheses: The History, Mechanics, and Controversy," 『バイオメカニズム学会誌』, 38(2), 105-110.
- 6 Nabtesco Website, https://welfare.nabtesco.com/prosthesis/pdf/%E7%BE%A9%E8%B6%B3%E8%B6%B3%E9%83%A8_%E3%83%95%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%83%80%E3%83%A0%E3%83%95%E3%83%83%E3%83%88%E3%81%AE%E7%B4%B9%E4%BB%8B_20220323.pdf, (May 28, 2022).
- 7 Dan & Bradstreet Website, https://www.dnb.com/business-directory/company-profiles/freedom_innovations_llc.ea3575a14e2508fc1514585f4df14162.html, (May 28, 2022).
- 8 Ottobock Website, <https://corporate.ottobock.com/en/company/newsroom/news/positive-future-for-freedom-innovations-set.html>, (May 28, 2022).
- 9 The Salt Lake Tribune Website, <https://archive.sltrib.com/article.php?id=57389728&ittype=CMSID>, (July 8, 2022).
- 10 Ahuja G., and Katila, R. 2001, "Technological Acquisitions and the Innovation Performance of Acquiring Firms: A Longitudinal Study," Strategic Management Journal, 22(3), 197-220.
- 11 Ranft A. L., and Lord, M. D., 2002, "Acquiring New Technologies and Capabilities: A Grounded Model of Acquisition Implementation," Organization Science, 13(4), 420-441.
- 12 Griliches Z., 1990, "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey". Journal of Economic Literature, 28, 1661-1707.
- 13 Nagaoka S., Motohashi K., and Goto A., 2010, "Chapter 25 - Patent Statistics as an Innovation Indicator," Handbook of the Economics of Innovation, 2, 1083-1127.
- 14 特許庁, 2020, 「令和元年度特許出願技術動向調査 結果概要 スポーツ関連技術」, https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/2019_02.pdf, (2021年10月31日).
- 15 Hobara, 前掲書, 105-110.
- 16 沖川悦三, 2014, 「スポーツ用具としてのチェアスキー開発」, 『バイオメカニズム学会誌』, 38(2), 93-98.
- 17 相馬りか, 2015, 「科学技術動向研究 障害者スポーツ用具の技術動向」, 『科学技術動向』, 151, 16-22.
- 18 永松陽明, 2019, 「パラスポーツにおける用具の技術開発の現状と課題」, 『日本財団パラリンピックサポートセンターパラリンピック研究会紀要』, 12, 69-82.
- 19 永松, 2022, 前掲書, 179-191.

- 20 Watanabe C., 1992, "Trends in the Substitution of Production Factors to Technology-Empirical Analysis of the Inducing Impact of the Energy Crisis on Japanese Industrial," *Research Policy*, 21 (6), 481-505.
- 21 Össur Website, https://media.ossur.com/image/upload/v1650959670/documents/corporate/Quarterly%20Reports/2022/2022_Q1_%C3%96ssur_Company_Profile.pdf, (May 28, 2022).
- 22 リベルタス・コンサルティング, 2021, 「障害者スポーツ推進プロジェクト『廉価な普及用の障害者スポーツ用具・補助具等の開発に係る調査研究事業』調査報告書」, https://www.mext.go.jp/sports/content/20210430-spt_kensport01-000014680_21_2.pdf, (2022年5月28日).

The Importance of Patents for Sports Prosthetics Manufacturers

NAGAMATSU Akira

The Tokyo 2020 Paralympic Games came to a close with much fanfare, and the successes of Paralympic athletes from Japan and abroad wearing sports prostheses are still fresh in our memories. The international market for prosthetic feet and limbs for competitive sports is dominated by two companies, Össur and Ottobock. Both companies “acquired” the technology of Van Phillips, the inventor of sports prosthetic feet and limbs. This study analyzes and examines the progression of innovation in sports prosthetics from the perspective of “business acquisition.”

First, the history of the development of sports prosthetics as well as the corporate activities of Össur, Ottobock and other related companies are introduced. An overview is then provided of sports prosthetics technology and industry in the United States. Sports prosthetics research is mainly concentrated in the United States, and patents are held mostly by Van Phillips and Össur, to the extent identified by search results.

Focusing next on Össur, which acquired Flex-Foot Inc., a company founded by Van Phillips, a regression analysis was performed on the relationship between Össur’s sales and patents. The results showed that patents are a major determinant of sales. Based on the view that Van Phillips’ patents influenced Össur’s patents, a regression analysis was then performed covering a total period of 20 years—10 years prior to and 10 years after the acquisition in 2000. The results showed that there was a time lag of 10 years. Considering the results of the analysis as well as the process of research leading up to patents and patent publication and examination, it appears that the benefits of acquiring the patents began to emerge from around six and a half years after the acquisition. In other words, while Össur took 10 years to obtain patent rights that were influenced by the acquisition of Flex-Foot Inc., it can be assumed

that in research and development, Össur gained the benefits of the acquisition about six and a half years after the acquisition. This illustrates that substantial capital and staffing is required for technology catch-up in the field of sports prosthetics.

Next, research and development efforts in sports prosthetics in Japan was examined. As mentioned in the above discussion, both Össur and Ottobock inherited Van Phillips' technology heritage through "business acquisition." In other words, it can be assumed that the two companies had both obtained the basis of the technology and are carrying out advanced research. To achieve technology catch-up in such an environment, the small size of the Japanese market will pose a considerable challenge. According to Libertas Consulting (2021), "Of the estimated 70,000 prosthetic limb users (in Japan), only a few hundred use sports prosthetic limbs." In order to make a breakthrough, disruptive innovation that deviates from "Van Phillips' technology heritage" is needed, but it is by no means an easy task.

If Van Phillips' innovation had its origins in his own need to develop and have prostheses, then it will be all the more important to work more closely with prosthetic users. Japan has prosthetists, orthotists, and manufacturers who have worked "behind the scenes" to support Paralympic athletes. There is also accumulation of knowledge on how to use prosthetic products from abroad. Systematizing and sharing such technologies will be the first step towards disruptive innovation.

In addition, with products from abroad, there has generally been a slow response to customer needs. It occurs frequently in the field of IT software and often results in user dissatisfaction. While it may be difficult to establish a major sports prosthetics company in Japan any time soon, it will be important to have a national policy for developing major welfare equipment companies in Japan in order to reduce the number of dissatisfied users.