



رئاست جمهوری
سازمان توسعه فناوری نانو

بسم الله الرحمن الرحيم

گزارش رصدی از نمایشگاه بین‌المللی نانوفناوری کشور ژاپن

Nano tech 2024

تهیه کننده:

صابر آزاد شهرکی - مریم لطفی زاده

اردیبهشت ۱۴۰۳

چکیده:

نمایشگاه بین المللی نانو به صورت سالانه در کشور ژاپن، شهر توکیو و مرکز TOKYO BIG SIGHT که بزرگترین مرکز نمایشگاهی این کشور است، برگزار می‌شود. در سال گذشته، این نمایشگاه از تاریخ ۱۴۰۲/۱۱/۱۱ الی ۱۴۰۲/۱۱/۱۳ (۳۱ ژانویه الی ۲ فوریه) به مدت سه روز برگزار شد. همزمان با نمایشگاه خاص مرتبط با فناوری نانو، چندین سالن دیگر با محوریت حوزه‌هایی از قبیل انرژی‌های تجدیدپذیر، چاپ سه بعدی و محصولات مرتبط با دریا نیز وجود داشتند که این سالن‌ها نیز تا حد نسبتاً خوبی بازدید شد.

با توجه به اهمیت این نمایشگاه، گروهی از ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و میکرو در بازه مذکور از آن بازدید کردند. در این گزارش، مهم‌ترین مجموعه‌ها و همچنین دستاوردهای مجموعه‌های بازدیدشده به صورت خلاصه بیان شده است. همچنین جهت بررسی بیشتر این مجموعه‌ها، مراجع مرتبط با هر یک ذکر شده و اختراعات مرتبط با برخی نیز استخراج و در قالب پیوست آورده شده است. امیدوار هستیم اطلاعات این گزارش به فناوران علاقه‌مند و فعال مرتبط با حوزه‌های شناسایی شده، جهت تسریع در توسعه فناوری و کسب‌وکار کمک کند.

فهرست مطالب

۵	۱- غرفه سازمان NEDO
۱۹	۲- حوزه الکترونیک منعطف
۱۹	۲-۱- دانشگاه یاماگاتا
۲۳	۲-۲- شرکت ROEL
24	۲-۳- TPR CO.,LTD
۲۹	۲-۴- Soracom Inc
۳۰	۳- باتری‌های پیشرفته
۳۰	۳-۱- مرکز نوآوری OIST
۳۱	۳-۲- E-cube materials
۳۲	۳-۳- شرکت YOSHIDAKIKAI
۳۳	۳-۴- مجموعه ZEON
۳۴	۴- حوزه فناوریهای کوانتوم
۳۴	۴-۱- شرکت QST
۳۵	۴-۲- QIH
۳۶	۵- حوزه ممز
۳۷	۶- سایر مجموعه‌های مرتبط با فناوری نانو
۳۷	۶-۱- Japan Science and Technology Agency
۳۸	۶-۲- SIJTechnology
۳۸	۶-۳- دانشگاه Hokudai
۴۰	۶-۴- دانشگاه Shinshu
۴۱	۶-۵- Water Frontier Research Center
۴۲	۶-۶- STRATEC Consumables
۴۳	۶-۷- Silicon Austria Labs GmbH
۴۴	۶-۸- Materials Center Leoben Forschung
۴۵	۹-۶- GSI Creos Corporation
۴۶	۱۰-۶- NiSiNa materials

٤٧	CFC Design -٦-١١
٤٨	ZEON -٦-١٢
٤٩	٧- جمع بندی
٥١	٨- منابع

۱- غرفه سازمان NEDO

NEDO^۱ یک سازمان بین‌المللی ژاپنی است که مسئولیت توسعه فناوری‌ها و انرژی‌های جدید در کشور ژاپن را برعهده دارد و در زمینه‌های مختلفی مانند انرژی، محیط زیست، الکترونیک و مخابرات، مواد و نانو فناوری، بیو تکنولوژی، مقابله با گرمایش زمین، توسعه منابع انسانی و همکاری صنعت و دانشگاه و غیره فعالیت می‌کند [1]. این مجموعه هم در سالن ۴ (سالن مرتبط با حوزه فناوری نانو) و هم در سالن ۷ (سالن مرتبط با انرژی‌های نو و تجدیدپذیر) دارای غرفه مجزا بوده و محصولات مختلفی را به نمایش گذاشته بود. پروژه‌ها و محصولاتی که در این مجموعه بازدید شد، در ادامه معرفی می‌شوند.

۱-۱- پروژه نانو الیاف‌های سلولزی (CNFs^۲)

دوره این پروژه از سال مالی ۲۰۲۰ تا سال مالی ۲۰۲۴ و هزینه آن ۶۵۰ میلیون ین (معادل ۴,۲ میلیون دلار تا سال مالی ۲۰۲۳) برآورد شده است. فعالیت‌های NEDO و مراکز همکار در حوزه نانو الیاف‌های سلولزی را می‌توان به دو دسته اصلی به شرح ذیل تقسیم کرد [1]:

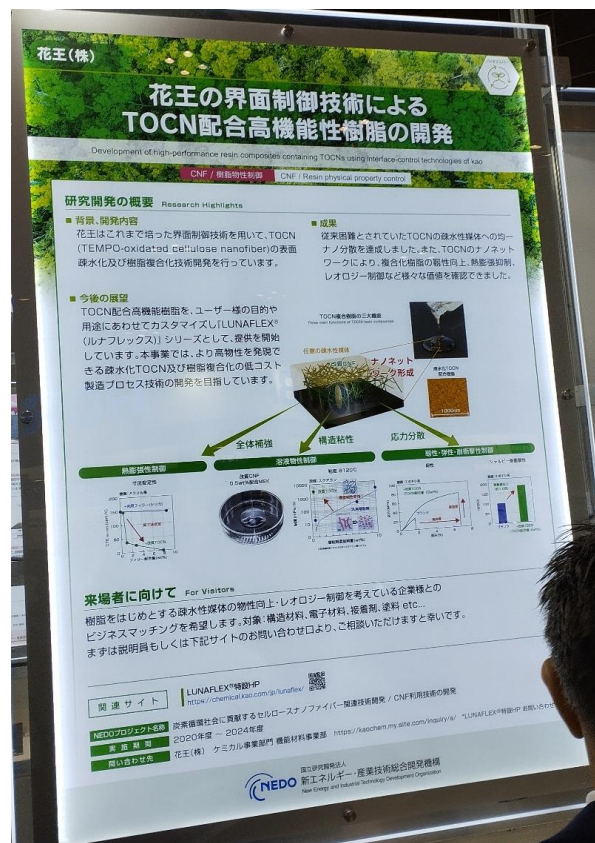
الف- تولید نوآورانه

در این بخش، توسعه فناوری‌های نوآورانه برای فرآیندهای تولید CNF مدنظر است. NEDO در این بخش چند پروژه خود را به نمایش گذاشته بود که بعضی از آن‌ها عبارتند از [2]:

- ✓ تولید نانوسلولز به صورت مقیاس پذیر
 - ✓ افزایش استحکام مکانیکی با استفاده از نانوسلولز و سبک کردن رزین‌های مبتنی بر آن
 - ✓ آبریز کردن رزین‌ها با استفاده از نانوسلولز به صورت پیوسته و با خواص دلخواه و یکنواخت روی سطوح
- (شکل ۱)

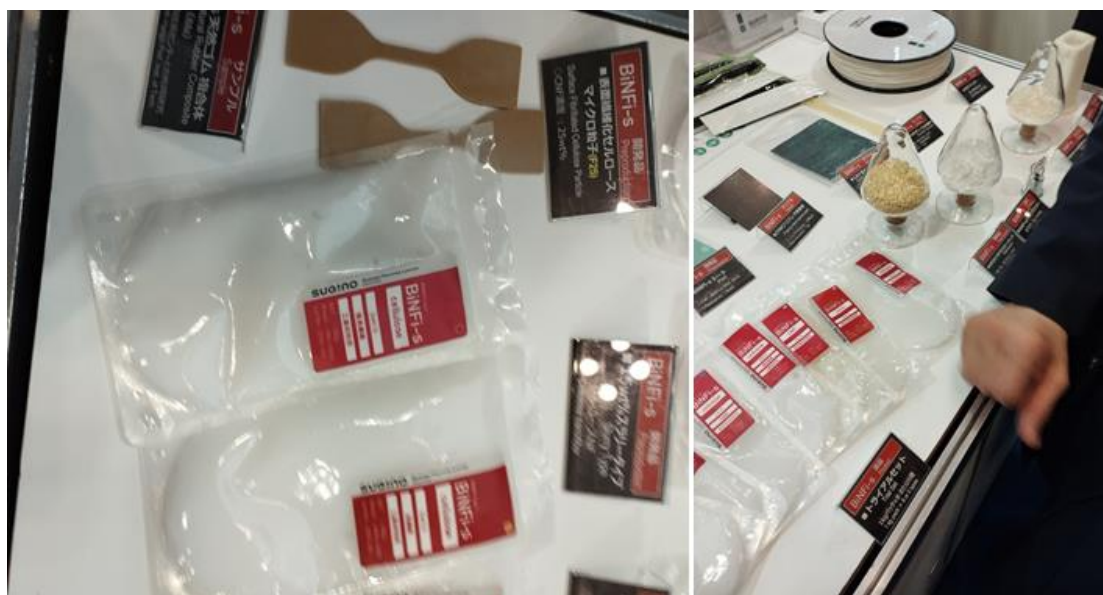
^۱ New Energy and Industrial Technology Development Organization

^۲ Cellulose Nano-Fibers



شکل ۱. آگریز کردن رزین‌ها با استفاده از نانوسلولز؛ NEDO [2]

✓ تولید نانوسلولز در مقیاس بالا و به شکل صنعتی. در شکل ۲ دوغاب‌های مختلف نانوسلولز با درصدهای مختلف مشاهده می‌شود [2].



شکل ۲. دوغاب‌های مختلف نانوسلولز با درصدهای مختلف؛ NEDO [2]

ب- کاربردهای CNF

در این بخش توسعه کاربردهای تجاری فناوری CNF که پتانسیل تولید مقرون به صرفه در مقیاس بزرگ را ارائه می‌دهند، مدنظر است. این بخش کاربردهای مختلف این ماده جدید زیستی با ویژگی‌های مختلف آن از جمله وزن سبک، استحکام، پایداری ابعادی با انبساط کم در اثر گرما و شفافیت، در اقلام دم دستی مانند غذا، لوازم آرایشی و کفش گرفته تا اقلام بزرگ‌تر مانند لوازم خانگی، بدنه خودرو و مصالح ساختمانی را شامل می‌شود [1]. از جمله مواردی که در نمایشگاه جلب توجه می‌کرد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

✓ با استفاده از سبک‌سازی سازه‌ها از جمله خودرو، ادعا شده که مصرف سوخت کاهش یافته و در نتیجه آن میزان نشر گازهای گلخانه‌ای CO₂ در اثر استفاده از نانوسلولز کربنی حداقل ۲۰٪ کاهش می‌یابد (شکل ۳) [2].



شکل ۳. میزان نشر گازهای گلخانه‌ای CO₂ در اثر استفاده از نانوسلولز کربنی؛ NEDO [2]

✓ افزایش مدول خمشی و مقاومت خمشی با استفاده از کامپوزیت نانوسلولز کربنی با هدف کاربرد در کالاهای ورزشی و صنعتی. این محصول قابل بازیافت، مبتنی بر آب و دوستدار محیط زیست است (شکل ۴) [2].



شکل ۴. افزایش مدول خمشی و مقاومت خمشی با استفاده از کامپوزیت نانوسلولز کربنی با هدف کاربرد در کالاهای ورزشی و صنعتی؛ NEDO [2]

✓ کاربرد در خودرو و پایه گوشی با رنگ‌های مختلف (شکل ۵) [2].

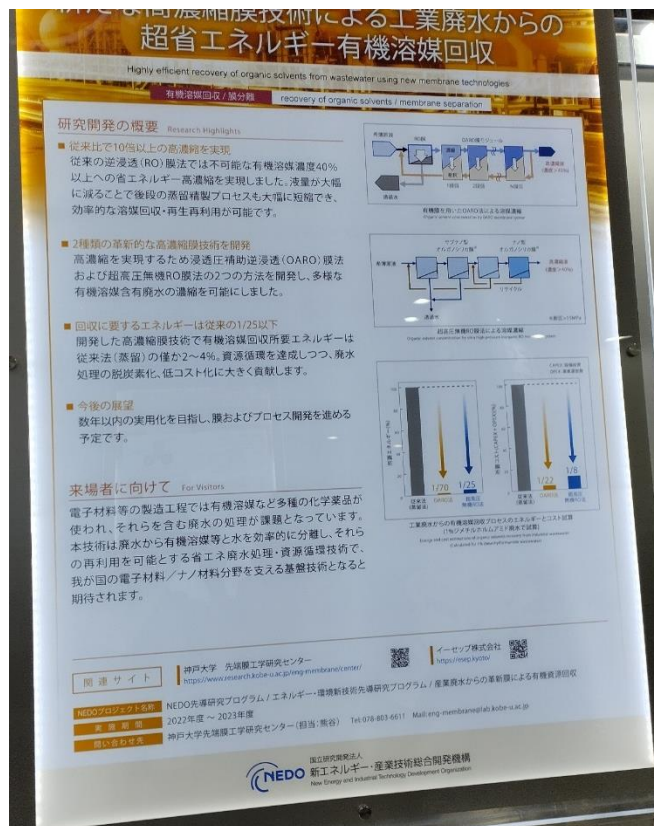


شکل ۵. کاربرد نانو سلولز کربنی در خودرو و پایه گوشی با رنگ‌های مختلف؛ NEDO [2]

۲-۱- تصفیه آب و فاضلاب

یکی از شرکت‌های ذیل سازمان NEDO در زمینه استفاده از فرآیندهای غشایی به منظور جداسازی مواد شیمیایی و حلال‌های آلی از فاضلاب فعالیت می‌کند. مزیت این روش در کاهش بسیار زیاد انرژی و هزینه است به طوری که ادعا شده نسبت به روش‌های مشابه، نسبت انرژی ۱ به ۲۵ و هزینه ۱ به ۸ است. این غشا اما قابلیت حذف آمونیوم از آب را ندارد، موضوعی که یکی از نیازهای فعلی کشور است. در این سیستم از یک مرحله RO و سه مرحله اسمز معکوس تغییر یافته در شرایط فشار اسمزیک ($OARO^3$) برای دستیابی به غلظت بالا (بیشتر از ۴۰٪) استفاده می‌شود (شکل ۶). چشم‌انداز توسعه این برنامه، تولید مواد الکترونیکی از مواد شیمیایی مختلفی مانند حلال‌های آلی است و بنابراین تصفیه فاضلاب حاوی این مواد به یک موضوع تبدیل شده است. این پروژه با همکاری research.kobe-u.ac.jp و eSep Inc دنبال می‌شود [2].

³ Osmotic Assisted Reverse Osmosis



شکل ۶. جداسازی مواد شیمیایی و حلال‌های آلی از فاضلاب توسط فرآیند غشایی؛ NEDO [2]

۳-۱- تولید سرامیک‌های جدید با هوش مصنوعی و انفورماتیک

یکی دیگر از مجموعه‌های ذیل NEDO در زمینه کشف و توسعه مواد جهت تولید سرامیک‌های جدید با استفاده از هوش مصنوعی و انفورماتیک فعالیت می‌کند. اگرچه به نظر می‌رسد که فعالیت ایشان صرفاً در زمینه شبیه‌سازی و مدلسازی است و استفاده از هوش مصنوعی جزو برنامه‌های آتی شرکت است. یکی از کاربرد این سرامیک‌ها، حذف نویز در فرستنده‌ها و گیرنده‌های 5G و 6G می‌باشد که حائز اهمیت است (شکل ۷) [2].



شکل ۷. تولید سرامیک‌های جدید با استفاده از هوش مصنوعی و انفورماتیک؛ NEDO [2]

۴-۱- سیستم غشایی جذب و استفاده مجدد CO2

یکی از مجموعه‌های ذیل NEDO در زمینه حذف دی‌اکسید کربن یا جداسازی آن از نیتروژن فعالیت می‌کند. با توجه به ادعای این شرکت، هزینه این نوع غشاها نسبت به غشاهای رایج حدود ۱ به ۸ شده در حالی که کارایی آن افزایش یافته است. بنابر ادعای شرکت، هزینه بازیابی و جداسازی زیر ۲۰۰۰ ین بر تن کربن دی‌اکسید است که به نظر می‌رسد یک هدف مهم جهت تجاری‌سازی باشد (شکل ۸) [2]. پروژه مشترک Sumitomo Chemical Co., Ltd و OOOYOO Ltd توسط NEDO به عنوان یکی از پروژه‌های صندوق نوآوری سبز NEDO در رده "توسعه و نمایش فناوری کاهش هزینه برای جداسازی و جذب CO2 از گاز کم فشار و غلظت پایین" انتخاب شده است (شکل ۹) [3].

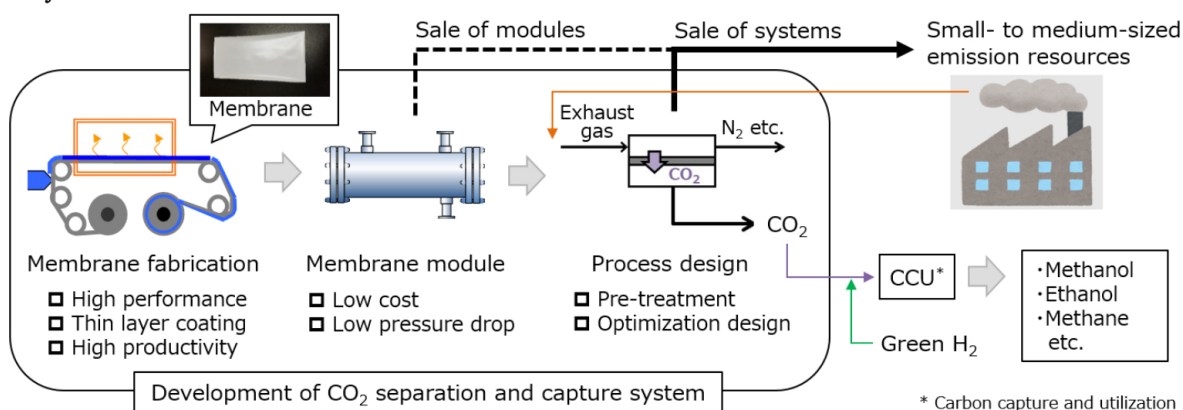


شکل ۸. سیستم‌های غشایی جذب و استفاده مجدد CO2 شرکت OOOYOO [2]

Overview of the Project

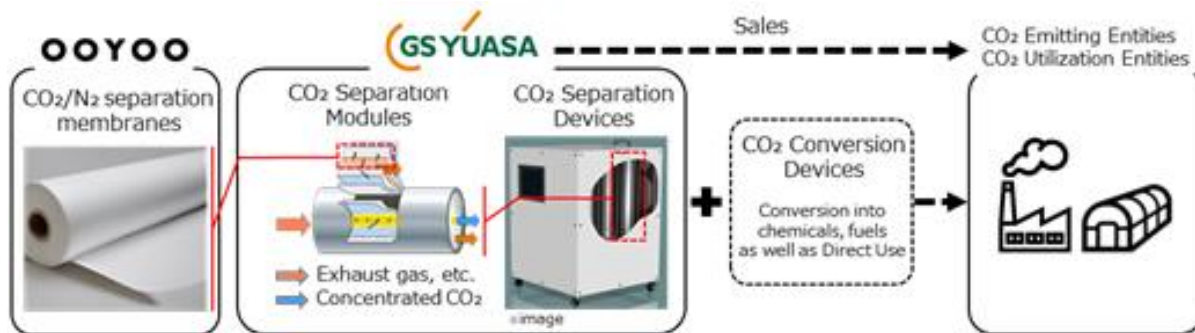
Project term: 9 years, from FY2022 to FY2030

Project overview:



شکل ۹. پروژه جذب و کاربرد مجدد دی‌اکسیدکربن توسط شرکت OOOYOO ذیل NEDO [3]

همچنین دو شرکت GS Yuasa International Ltd. و GS Yuasa Membrane Co., Ltd. همراه با OOOYOO Corporation در سال ۲۰۲۳ اعلام کردند که به یک توافق اساسی برای توسعه و ارائه جداسازی CO₂ با کارایی بالا دست یافته‌اند. سیستم‌های غشایی که امکان جذب و استفاده مجدد CO₂ را فراهم می‌کند. هدف آنها تجاری سازی ماژول‌های جداسازی CO₂ تا سال مالی ۲۰۲۴ و سپس ارائه بازار سیستم‌های جداسازی CO₂ در عرض ۲ سال است (شکل ۱۰). هدف آنها توسعه و فروش سیستم‌های جداسازی CO₂ فشرده و کم مصرف است. این سیستم‌ها قادر خواهند بود CO₂ را از گازهای خروجی و گازهای فرآوری شده در کارخانه‌ها جدا و بازیابی کنند و به ایجاد فناوری بازیافت کربن کمک کنند. این امر با استفاده از CO₂ بازیافت شده برای تولید اقلامی مانند گاز کربناته، کودها، یخ خشک، محصولات شیمیایی و سوخت، به ایجاد جامعه‌ای بدون کربن کمک می‌کند [4].



شکل ۱۰. مدل همکاری شرکت‌های OOOYOO و GS YUASA در مورد سیستم‌های غشایی جذب و استفاده مجدد CO₂ [4]

۵-۱- تولید برق با استفاده از نانوذراتور و اختلاف رطوبت

مجموعه دیگری ذیل NEDO در زمینه تولید برق با استفاده از یک نانوذراتور و با اختلاف رطوبت بین محیط داخل و خارج یک نمونه آزمایشگاهی توسعه داده بود. به نظر می‌رسد که میزان بالای رطوبت در ژاپن، دلیل اهمیت توسعه این فناوری است. در غرفه نمایشگاه یک دمو از دستگاه نمایش داده شده بود که به صورت واقعی به علت اختلاف رطوبت برق تولید می‌کرد و یک آرمیچر را می‌چرخاند (شکل ۱۱) [2].



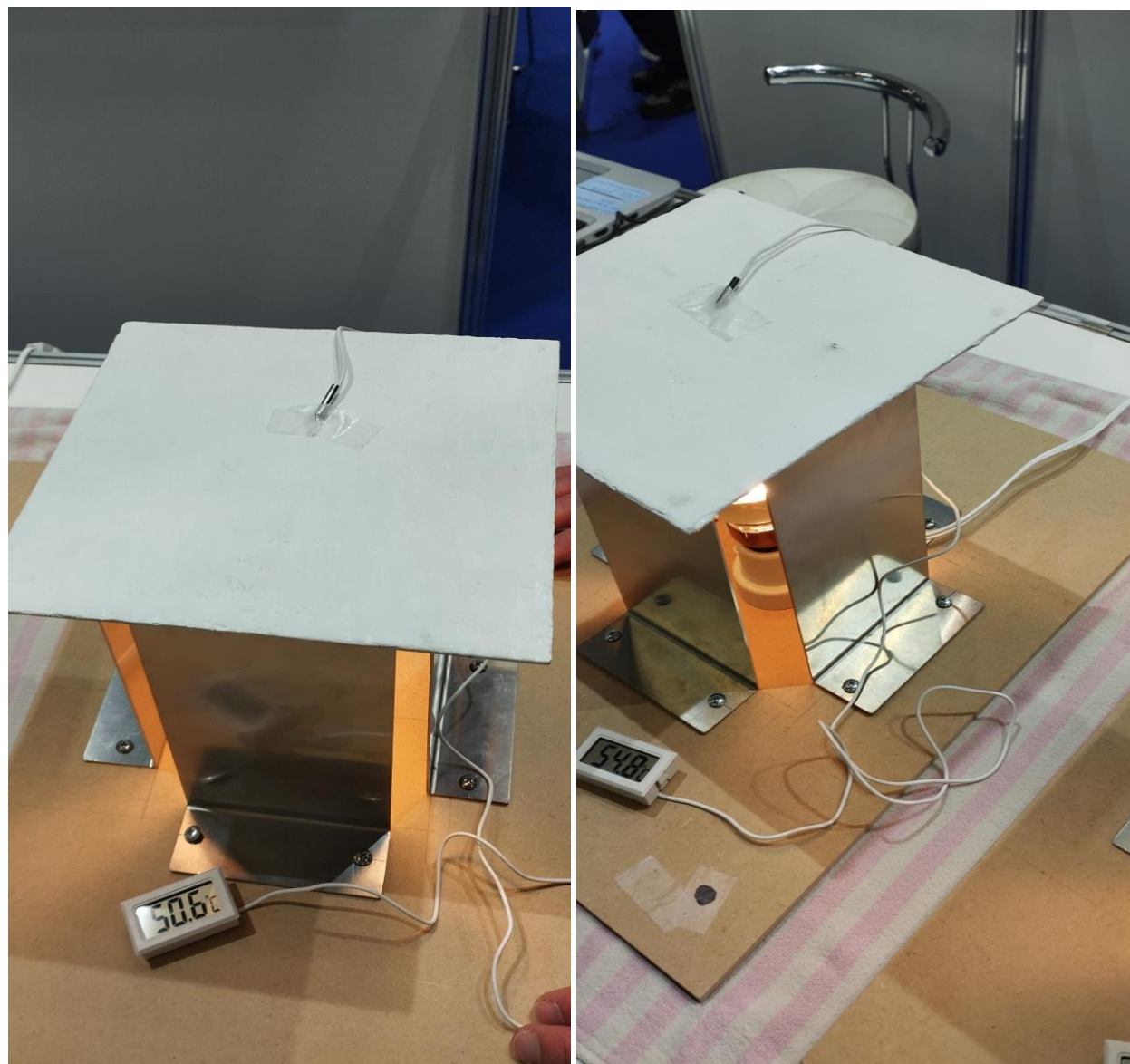
شکل ۱۱. تولید برق با استفاده از یک نانوذراتور و با اختلاف رطوبت بین محیط داخل و خارج؛ NEDO [2]

۶-۱- جداسازی فلزات از فاضلاب‌های صنعتی توسط فیلتر فبری
 در پروژه دیگری ذیل NEDO با استفاده از فیلتر فبری، فلزات را از فاضلاب‌های صنعتی جدا می‌کنند. همچنین این فناوری می‌تواند بقایای مواد غذایی را به سوخت بایودیزل تبدیل کند (شکل ۱۲) [2].



شکل ۱۲. جداسازی فلزات از فاضلاب‌های صنعتی با استفاده از فیلتر فبری؛ NEDO [2]

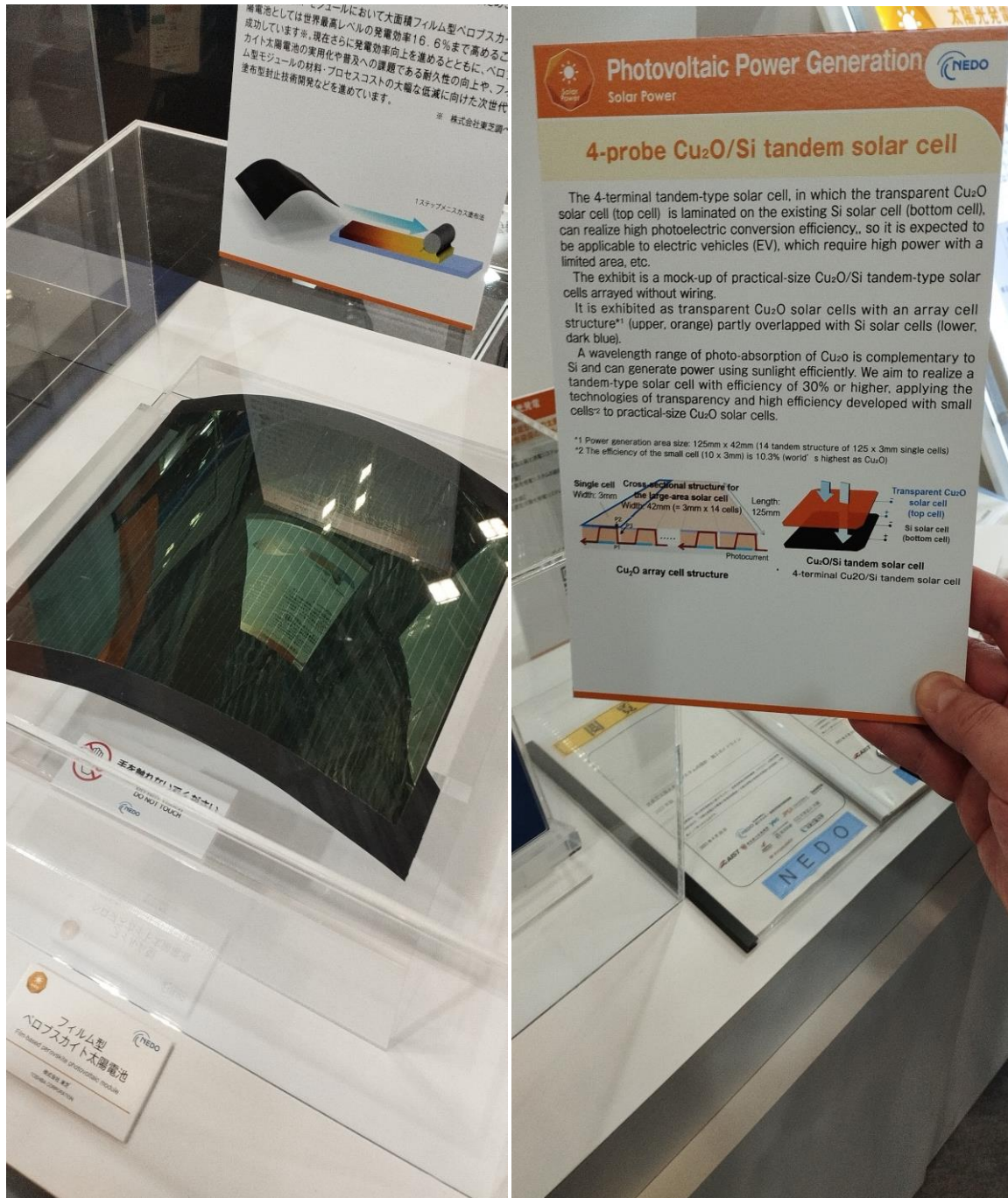
۷-۱- موارد مربوط به غرفه سالن انرژی‌های نو و تجدیدپذیر
علاوه بر موارد فوق، مجموعه NEDO یک غرفه مجزا در سالن ۷ با عنوان انرژی‌های نو و تجدیدپذیر نیز داشت. از مهم‌ترین فعالیت‌های رصد شده در این غرفه می‌توان به رنگ‌های عایق حرارتی (شکل ۱۳)، سیستم حرارتی زمین گرمایی (شکل ۱۴) و ساخت سلول خورشیدی پروسکایت در ابعاد حدود ۱ متر مربع (شکل ۱۵) اشاره کرد [2].



شکل ۱۳. رنگ‌های عایق حرارتی؛ NEDO [2]



شکل ۱۴. سیستم حرارتی زمین گرمایی؛ NEDO [2]



شکل ۱۵. سلول خورشیدی پروسکاپیت در ابعاد حدود ۱ متر مربع؛ NEDO [2]

۲- حوزه الکترونیک منعطف

در نمایشگاه مجموعه‌های فعالی بر روی حوزه الکترونیک منعطف مانند حسگرهای منعطف یا وسایل پوشیدنی دیگر و عموماً چاپ شده به وسیله چاپ الکترونیک با استفاده از جوهرهای نانویی حضور داشتند. عمده این مجموعه‌ها در ورودی سالن ۵ و در کنار بخش مرتبط با فناوری‌های ممز بودند. برخی نیز به صورت پراکنده در دیگر فضاها شرکت کرده بودند. در ادامه مهم‌ترین این مجموعه‌ها معرفی می‌شوند.

۲-۱- دانشگاه یاماگاتا

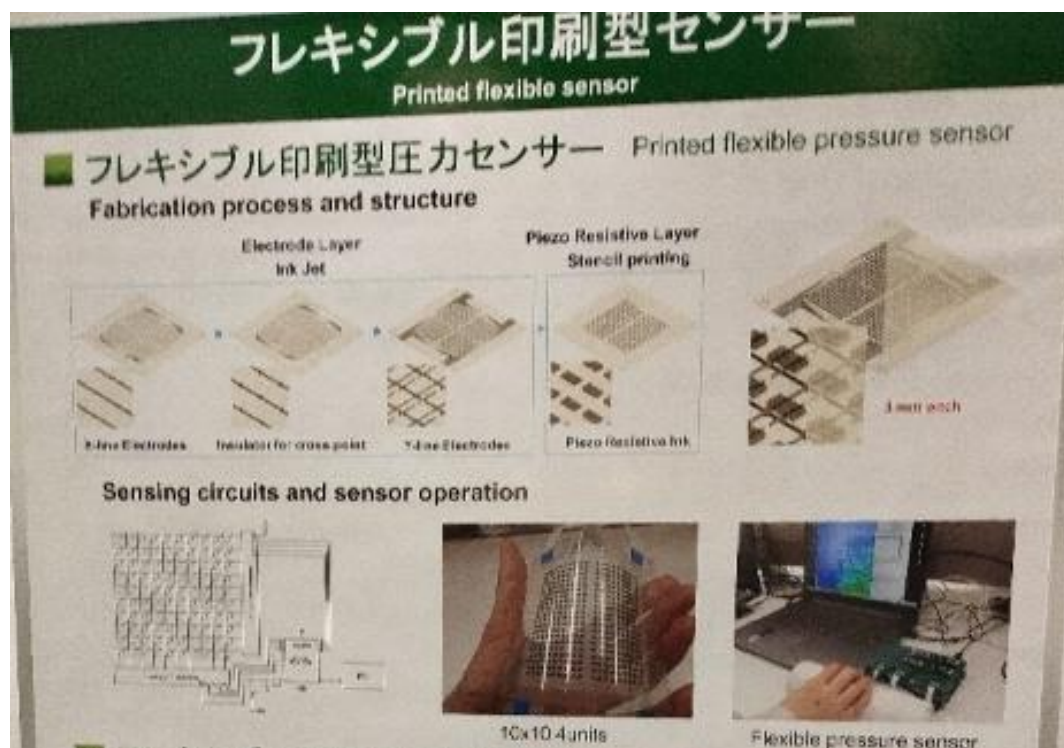
مجموعه^۴ ROEL ذیل دانشگاه یاماگاتا^۵ با مدیریت پروفسور Shizuo Tokito، حسگرهای فیزیکی قابل چاپ، انعطاف‌پذیر و بسیار حساس توسعه می‌دهد. ROEL یک پلتفرم جهانی است که توسط دانشگاه یاماگاتا در سال ۲۰۱۱ تأسیس شده است. هدف این است که حسگرهای مناسب برای روبات‌ها و مراقبت‌های بهداشتی را با ساخت حسگرهای انعطاف‌پذیر و حسگرهای کششی که استرس ایجاد شده توسط فشار، خمش و کشش را تشخیص می‌دهند، تولید کنند [5]. از جمله مواردی که در نمایشگاه بازدید شد می‌توان به حسگرهای منعطف فشار (شکل‌های ۱۶ و ۱۷) و حسگرهای منعطف غیر لمسی (شکل ۱۸) اشاره کرد [2]. پتنت‌های مربوط به این محصول در پیوست معرفی شده است.



شکل ۱۶. حسگرهای منعطف فشار؛ دانشگاه یاماگاتا [5]

⁴ Research Center for Organic Electronics

⁵ Yamagata University



شکل ۱۷. حسگرهای منعطف فشار؛ دانشگاه یاماگاتا [2]



شکل ۱۸. حسگرهای منعطف لمسی؛ دانشگاه یاماگاتا [2]

مجموعه دیگری به اسم^۶ INOEL نیز به عنوان زیرمجموعه دانشگاه یاماگاتا صفحه نمایشگر مبتنی بر OLED انعطاف پذیر می سازد [6] (شکل ۱۹). پتنت های مربوط به این محصول در پیوست معرفی شده است.



شکل ۱۹. صفحه نمایشگر مبتنی بر OLED انعطاف پذیر؛ دانشگاه یاماگاتا [2]

^۶ Innovation Center for Organic Electronics

۲-۲- شرکت ROEL

مجموعه ROEL که در بخش ۱-۲ معرفی شد، در زمینه حسگرهای منعطف از جمله فشار، دما و رطوبت فعالیت می‌کند. اما تاکنون موفق به یکی کردن حسگرهای دما و رطوبت نشده‌اند. همچنین سطح بلوغ این محصولات، نمونه مهندسی است و هنوز تجاری نشده است. از کاربردهای مد نظر شرکت برای این محصول، می‌توان به شمارنده قرص‌های مصرف شده اشاره کرد (شکل ۲۰) [2]. پتنت‌های مربوط به این محصولات در پیوست معرفی شده است.



شکل ۲۰. سنسورهای شرکت ROEL [2]

شرکت TPR در سال ۱۹۳۹ تاسیس شده و متشکل از ۴۶ شرکت تابعه (که ۲۸ شرکت در خارج از کشور هستند) و ۸ شرکت وابسته (که ۶ شرکت در خارج از کشور هستند) است که در ۴ زمینه کلی قطعات مورد استفاده در ماشین آلات حمل و نقل و ماشین آلات صنعتی مربوط به موتورهای و گیربکس ها، محصولات حوزه رزین، لاستیک، آلومینیوم و تجهیزات، قطعات خارجی خودرو، قطعات OEM و تجهیزات مرتبط با خودرو و کسب و کار جدید مبتنی بر نانو لوله های کربنی و مواد نانو متخلخل فعالیت می کند [7]. محصولات این شرکت در نمایشگاه در زمینه انواع ادوات منعطف بود. از جمله محصولات آن در نمایشگاه می توان به فیلم های رسانای شفاف، نانوذرات و ماژول های ترموالکتریک و جاذب امواج الکترومغناطیسی اشاره کرد (شکل ۲۱) [2].



شکل ۲۱. محصولات شرکت TPR [2]

- ورق لاستیکی جاذب امواج الکترومغناطیسی^۷؛ به طور موثر نویز را در سیستم‌های رادار موج میلی‌متری و LiDAR جذب کرده و از تشخیص دقیق حتی در چالش‌برانگیزترین شرایط اطمینان می‌دهد (شکل ۲۲) [8] [2]. پتنت‌های مربوط به این محصول در پیوست معرفی شده است.

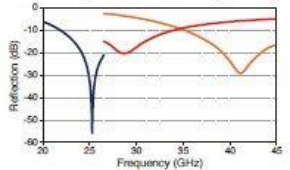
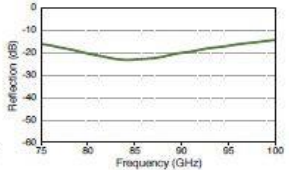
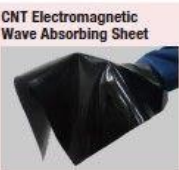
Development phase Basic development **Specification development** Development completion

CNT electromagnetic wave absorbing material for noise of next-generation communication

Light and flexible millimeter wave band absorbing sheet

Characteristics

- Use of long CNT made by TPR
 - ➔ Efficient absorption with small amount added
- High absorption capacity in the millimeter wave range
 - ➔ High absorption capacity mainly at 24, 28, 40, 80 GHz
- Light and flexible
 - ➔ Specific gravity 1.5 or less, tensile elongation 250 % or more
- Absorption evaluation by free-space method

Applications

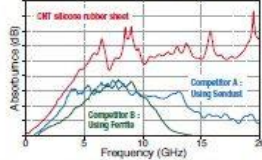
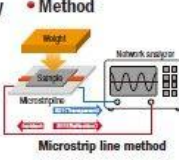
- Advanced Driver-Assistance Systems
- Noise absorption in anti-collision radars




Noise absorption effect in circuits

- Comparison with Benchmark Products
- Comparison of absorption capacity with magnetic material sheet
- Method

	Specific gravity	Thickness (mm)
CNT silicone rubber sheet	1.1	0.5
Competitor A : Using Sandust	2.1	0.5
Competitor B : Using Ferrite	3.7	1

Contact TPR CO., LTD. Advanced Development Dept.
E-mail: examine08@tpr-global.com / TEL: 0337-86-4301 / TEL: +81-237-86-4301

TPR

شکل ۲۲. ورق لاستیکی جذب کننده امواج الکترومغناطیسی؛ شرکت TPR [8]

⁷ CNT electromagnetic wave absorbing rubber sheet

- ماژول‌های ترموالکتریک منعطف؛ نانولوله های کربنی (CNTs) TPR دارای خواص نیمه هادی هستند. با استفاده از مواد منعطف مانند الیاف CNT برای عناصر ترموالکتریک، امکان نصب انواع مختلفی برای اشکال پیچیده منبع حرارتی وجود دارد. آرایش سلولی با چگالی بالا امکان پشتیبانی از ۱.۵ ولت و ۳ ولت را فراهم می کند (شکل ۲۳) [9]. پتنت‌های مربوط به این محصول در پیوست معرفی شده است.

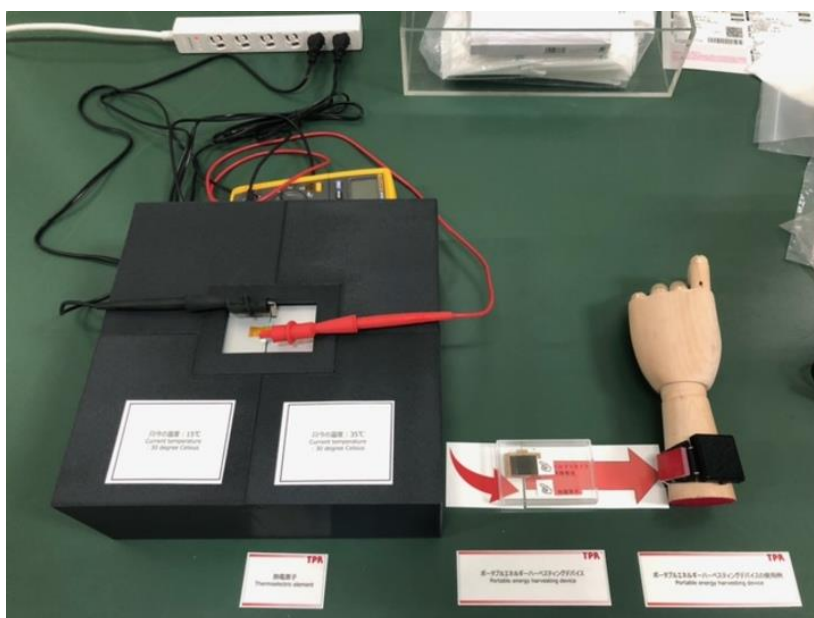


شکل ۲۳. ماژول‌های ترموالکتریک منعطف؛ شرکت TPR [9]

- دستگاه برداشت انرژی قابل حمل^۸؛

ویژگی‌های دستگاه برداشت انرژی قابل حمل (شکل ۲۴) عبارتند از [9]:

- ✓ با این وسیله می‌توان حتی با اختلاف دماهای کوچک هم برق تولید کرد
- ✓ سازگار با محیط زیست با جایگزینی فلزات کمیاب با مواد نانو کربنی
- ✓ کوچک و سبک



شکل ۲۴. دستگاه برداشت انرژی قابل حمل؛ شرکت TPR [2]

⁸ Portable energy harvesting device

- فیلم‌های رسانای شفاف قابل انتقال^۹؛

ویژگی‌های فیلم‌های رسانای شفاف قابل انتقال (شکل ۲۵) عبارتند از [9]:

- ✓ تشکیل شبکه رسانا با نانولوله های کربنی
- ✓ ترکیب شفافیت و عملکرد رسانا



شکل ۲۵. فیلم‌های رسانای شفاف قابل انتقال؛ شرکت TPR [9]

- المنت‌های گرمایشی ورقه‌ای با کارایی بالا/ المنت‌های گرمایشی سطحی منعطف؛

ویژگی‌های المنت‌های گرمایشی سطحی منعطف (شکل ۲۶) عبارتند از [9]:

- ✓ منعطف
- ✓ شفاف
- ✓ نوع درجه حرارت بالا
- ✓ هیتر با استفاده از CNT ساخته شده از زباله‌های پلاستیکی

⁹ Transferable transparent conductive films



شکل ۲۶. المنت‌های گرمایشی سطحی منعطف، شرکت TPR [2]

Suimin یک حسگر منعطف است که قابلیت اندازه گیری و کنترل کیفیت خواب در بدن را دارد (شکل ۲۷) [2]. InSomnograf سرویسی است که داده‌های امواج مغزی را هنگام خواب بیمار به دست می‌آورد و از یک هوش مصنوعی اختصاصی برای تجزیه و تحلیل کل اطلاعات برای تجسم کیفیت خواب استفاده می‌کند. از آنجا، دستگاه می‌تواند کاربران را با پزشکان برای مدیریت بهتر مراقبت از خواب متصل کند. در مرکز این سرویس یک دستگاه پوشیدنی قرار دارد که دارای الکترودهای برچسب مانند کوچکی است که روی پیشانی و پشت گوش قرار گرفته‌اند. کاربران بین دو تا پنج روز از دستگاه استفاده می‌کنند و در طی آن دستگاه بیش از ۲۰ نشانگر خواب مختلف را محاسبه می‌کند. داده‌های امواج مغزی خام روزانه از طریق اتصال سلولی Soracom در فضای ابری بارگذاری می‌شوند، جایی که قبل از ارائه گزارش‌های جامع به کاربران و مراقبان از طریق مرورگر وب مورد نظرشان، توسط هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل می‌شوند [10].

جستجوهای اینترنتی نشان داد که این محصول ارتباطی با فناوری نانو ندارد. همچنین شرکت Soracom Inc، سی اختراع ثبت شده دارد که در هیچکدام به استفاده از فناوری نانو اشاره‌ای نشده است. پتنت‌های مربوط به این شرکت در پیوست معرفی شده است.



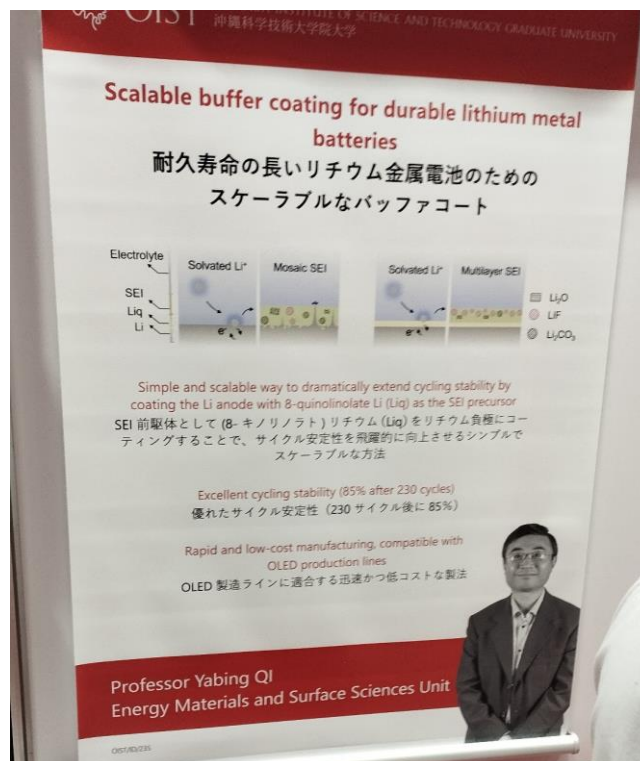
شکل ۲۷. حسگر منعطف با قابلیت اندازه گیری و کنترل کیفیت خواب در بدن؛ Soracom Inc [2]

۳- باتری‌های پیشرفته

در نمایشگاه چندین مجموعه مرتبط با باتری دیده شد. در اینجا به صورت مختصر به آن‌ها اشاره می‌شود.

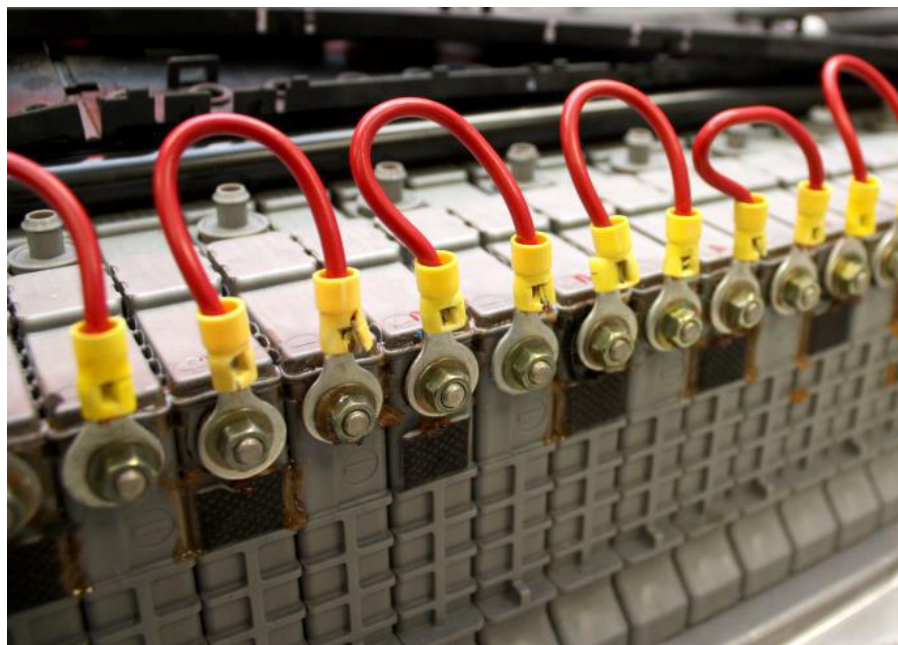
۳-۱- مرکز نوآوری OIST

در شکل ۲۸ یک باتری با استفاده از آند فلزی مشاهده می‌شود که توسط مرکز نوآوری OIST [11] توسعه داده شده است. با توجه به ادعای این مرکز، این یک روش ساده و مقیاس پذیر است که عمر و پایداری باتری را افزایش داده و بعد از ۲۳۰ سیکل، عملکرد تا ۸۵٪ حفظ می‌شود [2].



شکل ۲۸. باتری با آند فلزی توسعه داده شده توسط مرکز نوآوری OIST [2]

شرکت E-cube materials [12] در حوزه باتری آند سیلکونی و همچنین مبتنی بر نانولوله کربنی فعالیت دارد [2] (شکل ۲۹). نتایج باتری آند سیلکونی بسیار امیدوارکننده است و به نظر می‌رسد که این شرکت قصد دارد تا یک ماه آینده خط پایلوت نانولوله کربنی به میزان ۱۰۰ کیلوگرم بر سال را افتتاح کند [2].



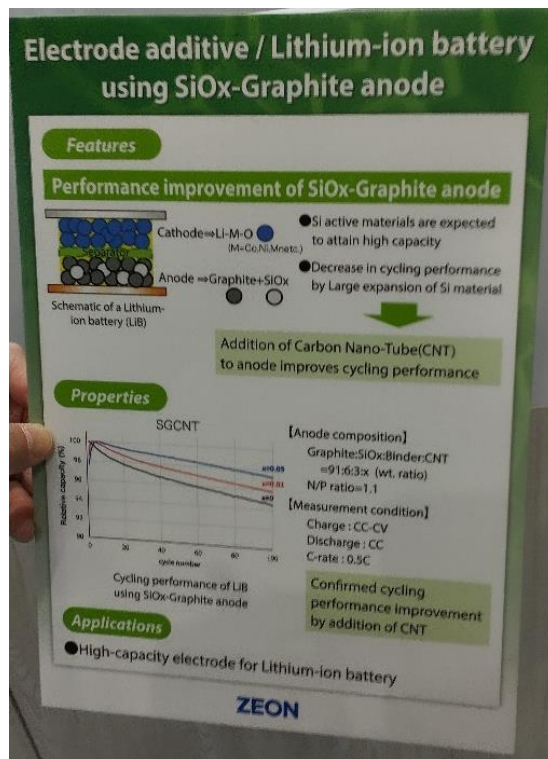
شکل ۲۹. تولید باتری آند سیلکونی توسط شرکت E-cube materials [12]

شرکت YOSHIDAKIKAI [13] سازنده دستگاه‌های مختلف جهت تولید محلول و امولسیون‌های حاوی نانوذرات از جمله کربن ناتوتیوب و گرافن است. مواد تولیدی این شرکت قابلیت استفاده در کاربردهای مختلف به خصوص باتری‌های لیتیوم یون دارد. قیمت استعمال شده یکی از تجهیزات ساخت این شرکت، در حدود ۱,۶ میلیارد تومان بود (شکل ۳۰) [2].



شکل ۳۰. تولید محلول و امولسیون‌های حاوی نانوذرات از جمله کربن ناتوتیوب و گرافن؛ شرکت YOSHIDAKIKAI [2]

مجموعه ZEON [14] در حوزه مواد پیشرفته فعالیت می‌کند. یکی از فعالیت‌های این شرکت در زمینه باتری‌های مبتنی بر آند سیلکونی است که عملکرد سیکل آن با افزودن نانولوله کربنی به آند بهبود پیدا می‌کند (شکل ۳۱) [2].



شکل ۳۱. باتری‌های مبتنی بر آند سیلکونی با افزودنی نانولوله کربنی؛ مجموعه ZEON [2]

۴- حوزه فناوریهای کوانتوم

در نمایشگاه سه غرفه مختلف مرتبط با فناوریهای کوانتومی وجود داشت. یک غرفه مربوط به کشور هلند بود. یکی از فعالیت‌های این مرکز در زمینه تامین برخی قطعات مرتبط با فناوری کوانتومی بود.

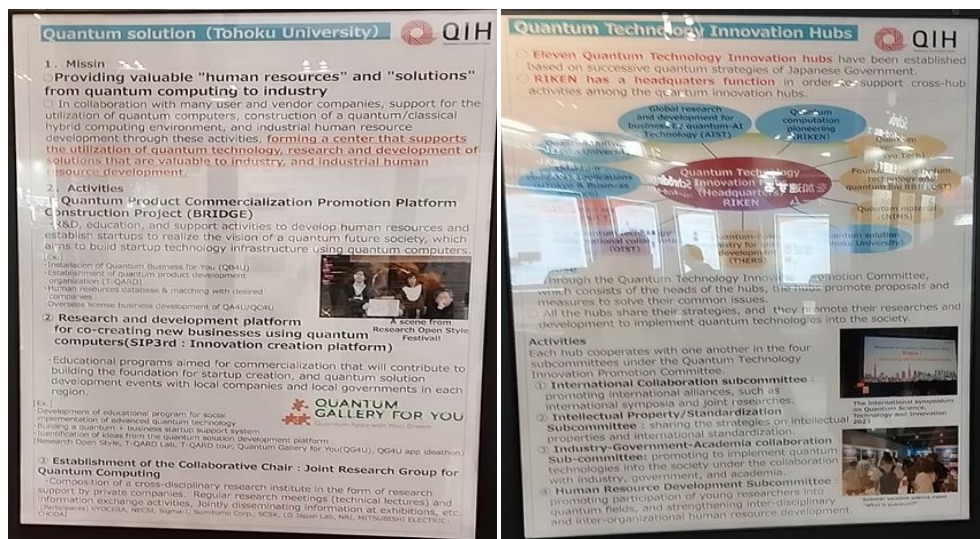
۴-۱- شرکت QST

یک غرفه دیگر مربوط به شرکت QST [15] بود. این شرکت عموماً بر روی حسگرهای کوانتومی متمرکز شده بودند و احتمالاً از نانوالماس در این زمینه استفاده می‌کنند (شکل ۳۲). این شرکت یک فعالیت پژوهشی هم در زمینه آلزایمر داشت که به دلیل ماهیت تهاجمی آن، افق تجاری نمی‌توان برای آن در نظر گرفت.



شکل ۳۲. فعالیت‌های شرکت QST در حوزه حسگرهای کوانتومی [2]

غرفه مهم دیگر مربوط به برنامه جامع 'QIH [16] به رهبری مجموعه Riken بود. در این برنامه مجموعه‌های مختلفی با وظایف متفاوت حضور دارند (شکل ۳۳). از جمله خود مجموعه Riken که بر روی کامپیوتر کوانتومی متمرکز شده و در حال ساخت یک کامپیوتر ۶۴ کیوبیتی نیز است (شکل ۳۴) [2].



شکل ۳۳. برنامه جامع QIH [2]



شکل ۳۴. هدفگذاری ساخت کامپیوتر ۶۴ کیوبیتی توسط مجموعه

Riken [2]

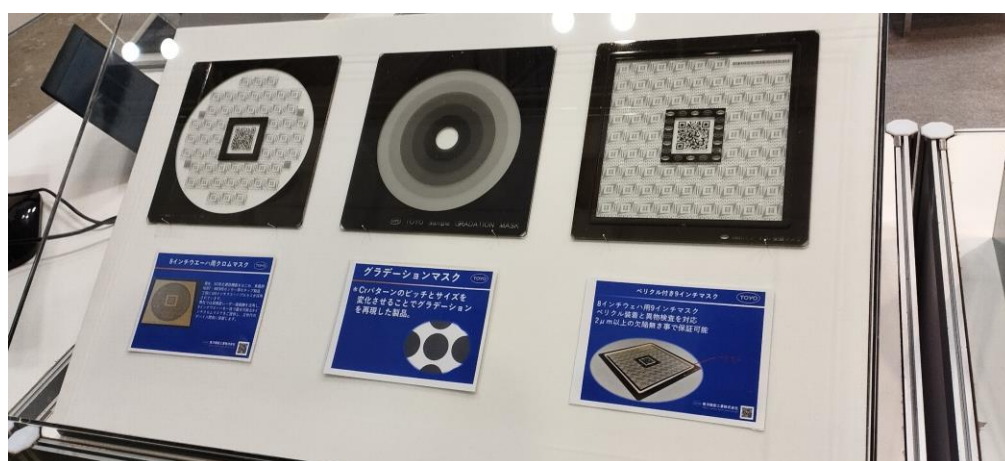
¹⁰ Quantum Technology Hubs

۵- حوزه ممز

در غرفه مربوط به ممز، شرکت‌های زیادی از طراحی تا تولید حضور داشتند. در شکل‌های زیر چند نمونه از فعالیت‌ها مشاهده می‌شود که شامل حسگر گاز، طراحی و چاپ ماسک و EBL است (شکل‌های ۳۵ و ۳۶) [2].



شکل ۳۵. غرفه ممز؛ راست: حسگر گاز. چپ: لیتوگرافی پرتوی الکترونی [2]



شکل ۳۶. غرفه ممز؛ طراحی و چاپ ماسک [2]

۶- سایر مجموعه‌های مرتبط با فناوری نانو

۱-۶ Japan Science and Technology Agency

مجموعه Japan Science and Technology Agency [17] در زمینه انتقال فناوری فعالیت می‌کند و در نمایشگاه حوزه‌هایی که دارای پتنت بودند را به نمایش گذاشته بود. یکی از حوزه‌های جالب، تولید چارچوب‌های فلز آلی به منظور جداسازی دی اکسید کربن از نیتروژن بود که البته سطح بلوغ آن پایین است (شکل ۳۷) [2].

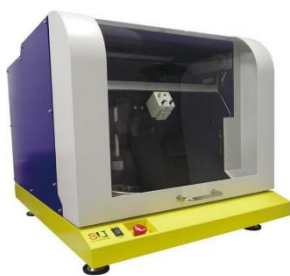


شکل ۳۷. جداسازی دی اکسید کربن از نیتروژن توسط چارچوب‌های فلز آلی؛ مجموعه Japan Science and Technology Agency [2]

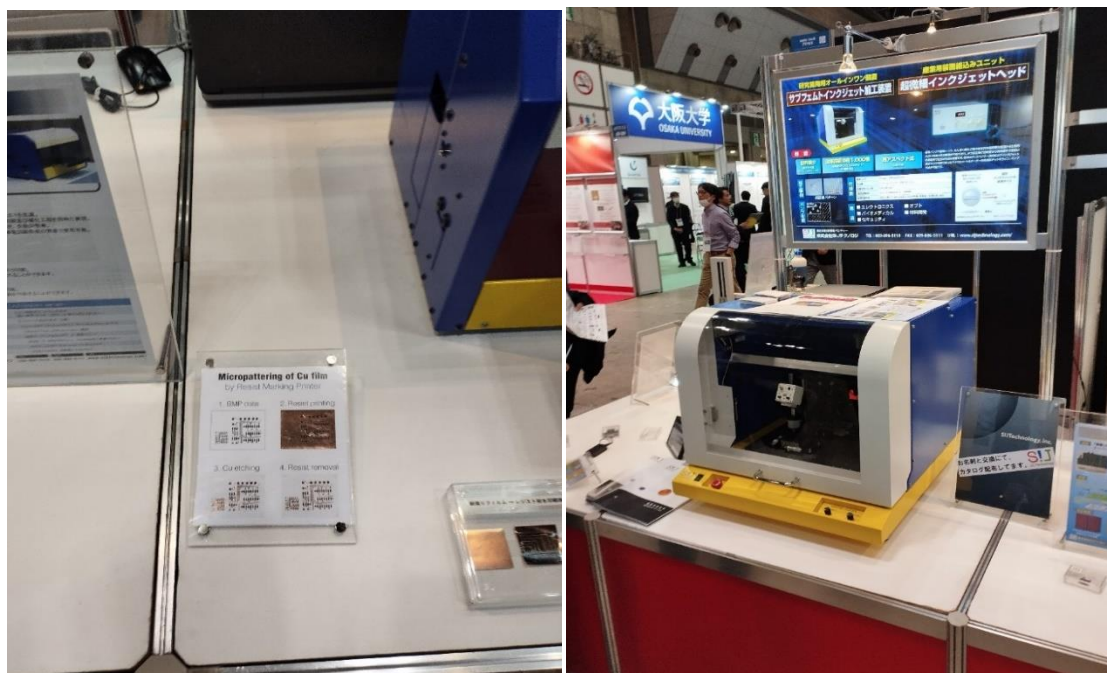
مجموعه Japan Science and Technology Agency بیشتر در داخل کشور فعالیت می‌کند. اما شرکت‌های Shinshu TLO [18] و Tohoku Techno Arch [19] در زمینه انتقال یا تبادل فناوری خارج کشور ژاپن نیز فعالیت دارند.

۶-۲- SIJTechnology

در نمایشگاه مجموعه‌های زیادی در زمینه چاپ الکترونیک فعالیت داشتند. برخی نیز در قسمت ممز و حسگرهای منعطف آورده شد. به عنوان مثال مجموعه SIJTechnology [20] با فناوری پرینتر جوهرافشان فوق ریز که توسط موسسه تحقیقاتی AIST توسعه یافته است، با تولید قطرات فوق میکروسکوپی که ۱/۱۰ اندازه و ۱/۱۰۰۰ م حجم قطرات جوهر افشان معمولی است، امکان چاپ بسیار دقیق تا مقیاس زیر میکرومتر فراهم است. از جمله کاربردهای این محصول می‌توان به چاپ ریزآرایه DNA اشاره کرد (شکل‌های ۳۸ و ۳۹) [20]. این شرکت همچنین ذکر کرد که ۴ عدد از دستگاه را به کشور عربستان و یک عدد را هم به رژیم غاصب صهیونیستی فروخته و در مجموع ۱۶ عدد از دستگاه خود را صادر کرده است [2].

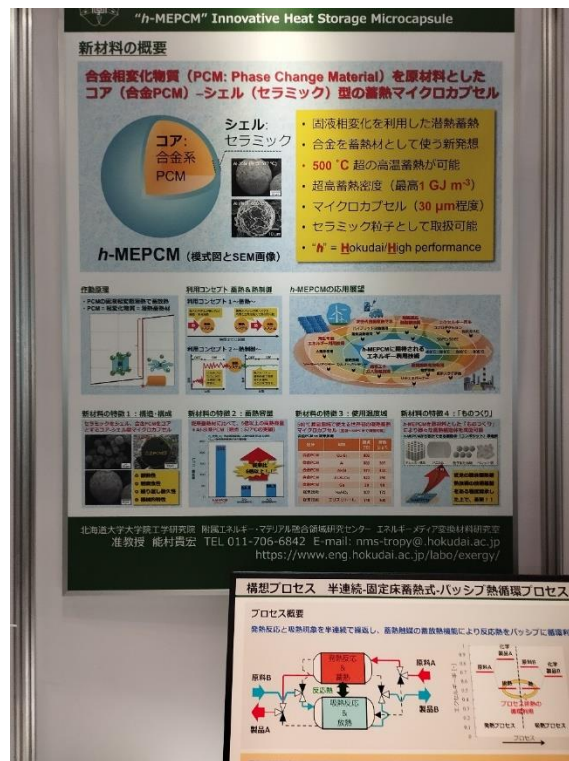
-Droplet volume:0.1fL(femtoliter) - 10pL(picoliter)	
-Line width:0.6 micron - several tens of micron	
-Ink viscosity:0.5 - 10,000mPas (unheated)	
-Printing 3D object (pillar)	

شکل ۳۸. مشخصات دستگاه پرینتر جوهرافشان فوق ریز؛ مجموعه SIJTechnology [20]



شکل ۳۹. دستگاه پرینتر جوهرافشان فوق ریز؛ مجموعه SIJTechnology [2]

یکی از فعالیتهای دانشگاه Hokudai [21]، استفاده از مواد تغییردهنده فازی (PCM) است. ادعای مطرح شده در مورد این محصول این است که می‌تواند تا یک روز ذخیره سازی نماید (شکل ۴۰) [2].



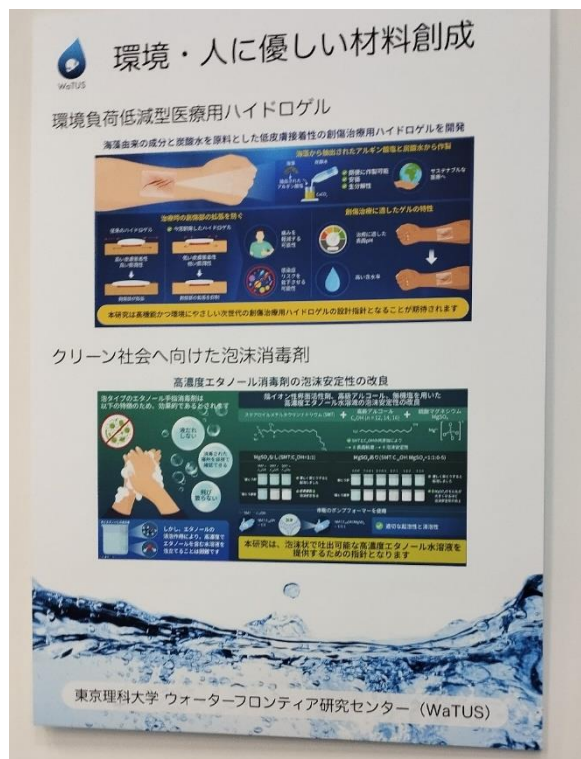
شکل ۴۰. ذخیره گرما توسط مواد تغییر فاز دهنده؛ دانشگاه Hokudai [2]

دانشگاه Shinshu [22] نیز چندین فعالیت فناورانه دارد. اما شاید جالبترین آنها یک سیستم جراحی مبتنی بر هوش مصنوعی و با استفاده از تشخیص صوت است. در این سیستم صحبت‌های پزشک حین جراحی، به یک طریقی شناسایی و عکسبرداری مناسب از اتاق بیرون کنترل می‌شود (شکل ۴۱) [2]. نانو بودن محصول محرز نشد. تولید کربن-کوانتوم دات در ابعاد و طیف‌های مختلف نیز از دیگر موضوعات جذاب بود [2] که البته این ظرفیت حداقل در مقیاس آزمایشگاهی در کشور نیز وجود دارد.



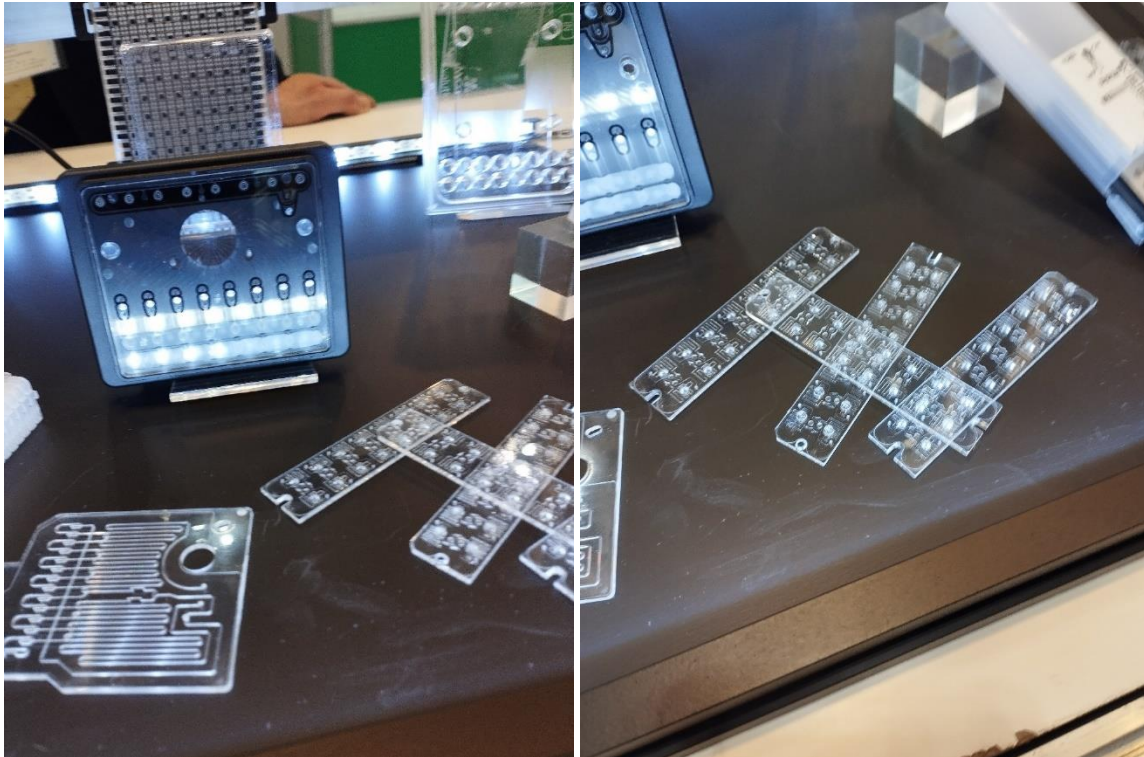
شکل ۴۱. سیستم جراحی مبتنی بر فناوری تشخیص صوت؛ دانشگاه Shinshu [2]

مرکز Water Frontier Research Center [23] بر روی پایش آب از جمله میزان سطح آب متمرکز است. یک محصول جالبی هم در زمینه زخم پوش، برای کسانی که می‌خواهند شنا یا غواصی کنند توسعه داده است (شکل ۴۲) [2].



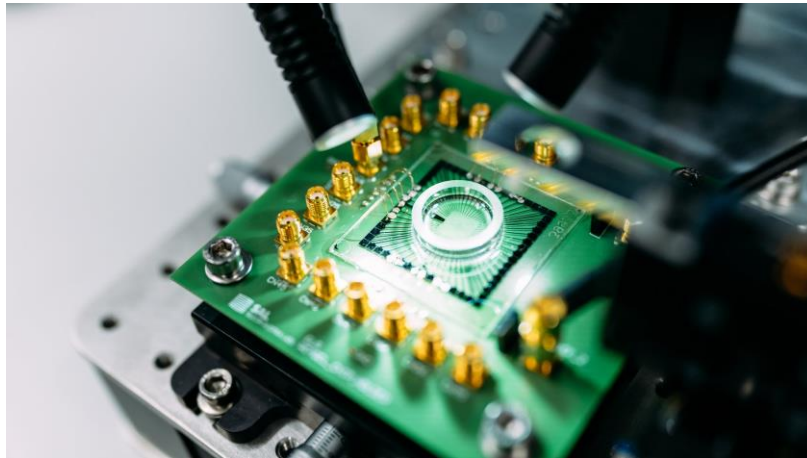
شکل ۴۲. محصولات مرکز Water Frontier Research Cente [2]

مجموعه STRATEC Consumables [24] دارای تجهیزات مختلف در زمینه لیتوگرافی و تولید چیپ‌های میکروفلوئیدی است (شکل ۴۳). ظاهراً ۶۰٪ خدمات این مجموعه برای خارج از ژاپن است و شاید بتوان از ظرفیت‌ها یا حداقل داده‌های آنها در برنامه‌های مرتبط با حوزه میکرو استفاده کرد [2].



شکل ۴۳. محصولات مجموعه STRATEC Consumables [2]

Silicon Austria Labs GmbH [25] بزرگترین مجموعه دارای اتاق تمیز در کشور اتریش جهت تحقیق و توسعه در زمینه حسگرها و به خصوص فناوری ممز است که یک غرفه در نمایشگاه داشتند (شکل ۴۴). شاید بتوان از ظرفیت این مجموعه جهت پیشبرد برخی اهداف میکرو در کشور به صورت همکاری مشترک یا برون سپاری حداقل تولید قطعات استفاده کرد.



شکل ۴۴. محصولات Silicon Austria Labs GmbH [2]

۸-۶- Materials Center Leoben Forschung

مجموعه Materials Center Leoben Forschung [26] در حوزه مواد پیشرفته و به خصوص ساخت حسگرهای گاز از جمله کربن دی اکسید و مبتنی بر فناوری CMOS فعالیت می‌کند (شکل ۴۵) [2].



شکل ۴۵. سنسورهای گاز مبتنی بر فناوری CMOS؛ مجموعه Materials Center Leoben Forschung [2]

مجموعه GSI Creos Corporation [27] در حوزه نانولوله کربنی چند لایه فعالیت می کند. به ادعای ایشان توانسته اند در مقیاس های بالا نانولوله کربنی تولید کنند و در برخی حوزه ها از جمله رنگهای ضد خوردگی نیز تجاری کنند (شکل ۴۶). [2]



شکل ۴۶. استفاده از CNT در رنگ های ضد خوردگی؛ مجموعه GSI Creos Corporation [2]

مجموعه NiSiNa materials [28] در زمینه تولید گرافن چندلایه فعالیت می کند. میزان تولید آن ها به مقدار ۱۰ کیلوگرم بر ماه است و یکی از کاربردهای مدنظر این محصول، کرم های با خاصیت آنتی-یو وی است (شکل ۴۷). به غیر از این محصول، فروش ایشان صرفا به مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاهی بوده و دیگر محصولات صنعتی نشده است [2].



شکل ۴۷. تولید گرافن و برخی از کاربردهای آن؛ مجموعه NiSiNa materials [2]

۱۱-۶- CFC Design

در مجموعه CFC Design [29] کامپوزیت‌های CC^{۱۱} سبک (با تقریباً یک- پنجم وزن فلز) با ویژگی‌های برجسته دیگری مانند استحکام بالا، مقاومت در برابر حرارت بالا، هدایت حرارتی، مقاومت در برابر سایش و پایداری شیمیایی تولید می‌شود. همچنین فرآیند تولید این کامپوزیت‌ها موسوم به PY^{۱۲} نسبت به روش‌های معمول بسیار کم‌هزینه‌تر و سریع‌تر است و توسط شرکت ثبت اختراع شده است. این کامپوزیت‌ها در فرآیندهای عملیات حرارتی و همچنین کاربردهای در معرض لغزش و اصطکاک استفاده می‌شوند [29] [2]. در شکل ۴۸ دو پیچ مشاهده می‌شود که وزن محصول کربنی یک- چهارم تا یک- پنجم نمونه فولادی است [2]. نانو بودن محصول محرز نشد. همچنین پتنت‌های مربوط به این فناوری در پیوست معرفی شده است.

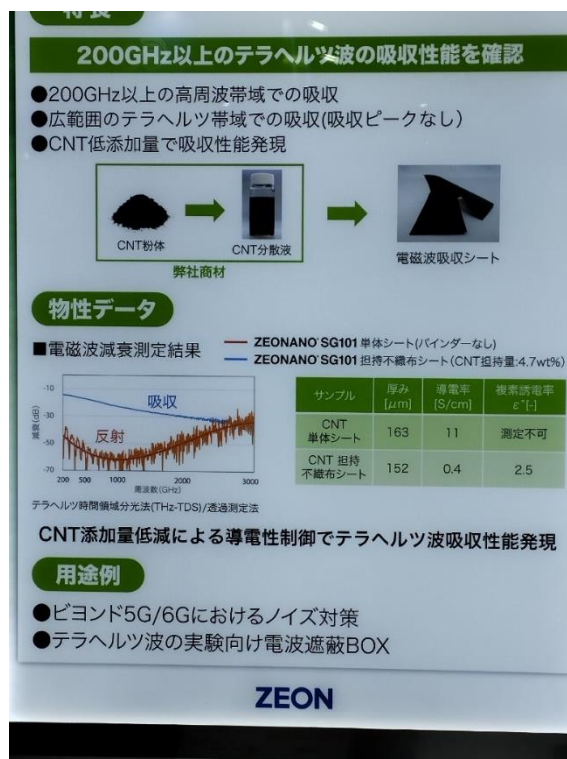


شکل ۴۸. مقایسه پیچ شرکت CFC Design و پیچ فولادی [2]

¹¹ Carbon Fiber Reinforced Carbon

¹² Performed Carbon Fiber Yarn

در قسمت مرتبط با باتری‌ها اشاره شد که مجموعه ZEON که در حوزه مواد پیشرفته فعالیت می‌کند. یکی دیگر از فعالیتهای این شرکت در زمینه اینترنت نسل پنجم و ششم است. بدین صورت که با استفاده از نانولوله کربنی، جذب امواج تراهرتز افزایش می‌یابد (شکل ۴۹) [2]. پتنت‌های مربوط به این محصول در پیوست معرفی شده است.



شکل ۴۹. جذب امواج تراهرتز با استفاده از CNT: شرکت ZEON [2]

بازدید از نمایشگاه نانو و همچنین دیگر سالن‌ها به صورت اجمالی حاوی نتایج مهمی بود. این نتایج عبارتند از:

- در درجه اول ذکر این نکته ضروری است که محصولات مرتبط با فناوری زیستی بسیار اندک مشاهده شد. براساس بررسی‌های انجام شده دلیل این امر را می‌توان با رویکرد کشورهای منطقه آسیای شرقی در توسعه فناوری‌های زیستی مرتبط دانست. به عنوان مثال، در گزارش آینده پژوهی منتشر شده توسط سازمان ITRI^{۱۳} با افق سال ۲۰۳۰ در آسیا، اشاره شده که برخی از فناوری‌های زیستی علیرغم اهمیت آن به صورت محلی در منطقه آسیای شرقی توسعه پیدا نکرده و در مقابل، شاهد واردات این فناوری‌ها به منطقه آسیای شرقی خواهیم بود. لذا این موضوع می‌تواند فرصتی برای کشور، جهت صادرات فناوری و محصولات همگرا بین نانو-زیستی باشد.
- موضوع ردپای کربن و به دنبال آن استفاده از نانوسلولز به خصوص از جنس نانوسلولزکربنی را در راستای سبک‌سازی، کاهش مصرف سوخت و کاهش گازهای گلخانه‌ای در نمایشگاه و به خصوص غرفه‌های مربوط به مجموعه NEDO^{۱۴} چشمگیر بود. ظاهراً موضوع نانوسلولز از سال‌ها پیش، مورد توجه کشور ژاپن بوده است. در گذشته در ستاد نانو نیز بحث و بررسی‌های متعددی در خصوص توسعه نانوسلولز انجام شده است. در حال حاضر در حوزه نانوسلولز، روش‌هایی به کارگیری می‌شود که توسعه این محصول در مقیاس بالا را ممکن نموده است. علاوه بر نانوسلولز، استفاده از انرژی زمین-گرمایی، رنگ‌های عایق حرارتی و سلول خورشیدی پروسکایت در ابعاد ۳۰*۳۰ سانتیمترمربع با بازدهی ۱۶٪ نیز در پروژه‌های مجموعه NEDO حائز اهمیت هستند. لازم به ذکر است که با توجه به توضیحات ارائه شده، هرکدام از این پروژه‌ها در یک برنامه خاص، ذیل NEDO حمایت می‌شوند.
- بازدید نمایشگاه نشان داد تاکنون گرافن در کاربردهای مهم، تجاری نشده ولی بدان نزدیک است. ظاهراً تجاری‌سازی گرافن در آسیا عقب‌تر از اروپا و آمریکا است زیرا رصدهای قبلی، محصولات متنوعی از گرافن را در این نواحی نشان داد. یکی از کاربردهای مشاهده‌شده گرافن در این نمایشگاه، استفاده از خاصیت ضدیوی در حوزه آرایشی و بهداشتی بود که می‌تواند برای کسب‌وکارهای نوپا در ایران جذاب باشد.
- وضعیت سطح بلوغ حوزه چاپ الکترونیک منعطف نیز مشابه گرافن است. تیم‌های متعددی در حال توسعه محصولات بودند که البته محصولات خود را تجاری نکرده بودند. در نتیجه بایستی تلاش شود تا در حوزه حسگرهای مبتنی بر چاپ الکترونیک منعطف هرچه سریعتر بازار را در مقیاس بین‌المللی توسعه داد؛ در غیر اینصورت این فرصت در آینده از دست خواهد رفت.
- در مقابل موضوعات فوق، چندین شرکت در حوزه نانولوله‌های کربنی وجود داشتند که ادعای تولید مقیاس بزرگ نموده و در حال حاضر محصولات خود را به فروش می‌رسانند. محصولاتی مانند رنگ ضدخوردگی مبتنی بر نانولوله‌های کربنی نیز تجاری شده بود.

13 Industrial Technology Research Institute

14 New Energy and Industrial Technology Development Organization

- در حوزه باتری، دو شرکت مشاهده شد که باتری آند سیلکونی را به خوبی توسعه داده بودند و در فکر افزایش مقیاس باتری مبتنی بر نانولوله کربنی بودند.
- در حوزه هوش مصنوعی، چندین فعالیت در زمینه شبیه سازی و استفاده از این فناوری جهت توسعه مواد دیده شد که حائز اهمیت است.
- در حوزه اینترنت نسل پنجم و ششم مشاهده شد که فعالیت های جالبی با استفاده از مواد نانویی مانند نانولوله کربنی جهت حذف نویز صورت گرفته است. بایستی در ادامه این موضوعات بیشتر شکافته شده و در صورت امکان در کشور توسعه داده شوند.
- در حوزه کوانتوم یک برنامه ملی در ژاپن به رهبری مجموعه ¹⁵Riken در حال انجام است. جدیدترین هدف گذاری ایشان ساخت کامپیوتر ۶۴ کیوبیتی است. ارتباط اولیه با این مجموعه در نمایشگاه شکل گرفت و لازم است تا در ادامه با همکاری دیگر نهادها به خصوص ستاد توسعه فناوریهای اپتیک، فوتونیک و کوانتوم، این ارتباط دنبال و منجر به تعاملات بین المللی بشود.
- در حوزه دریایی مجموعه های زیادی فعالیت داشتند که به نظر می رسد برخی از محصولات مرتبط با حسگرها قابلیت بررسی و تجاری سازی در کشور نیز دارد.

¹⁵ RIKEN Center for Quantum Computing (RQC)

- [١] <https://www.nedo.go.jp/english> (Available : April 30, 2024)
- [٢] [nano tech ٢٠٢٤- The ٢٣th International Nanotechnology Exhibition & Conference ,East Halls, Tokyo Big Sight, Japan, January ٣١\(Wed.\)- February ٢\(Fri.\). ٢٠٢٤](#)
- [٣] <https://www.ooyoo.co.jp/en/news/20220513-6047/> (Available : April 30, 2024)
- [٤] <https://www.ooyoo.co.jp/en/news/20231005-6329/> (Available : April 30, 2024)
- [٥] <https://tokitolabo.yz.yamagata-u.ac.jp/en/index.html> (Available : April 30, 2024)
- [٦] <https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/en/> (Available : April 30, 2024)
- [٧] https://www.tpr.co.jp/tp_e/products/nanomaterials/ (Available : April 30, 2024)
- [٨] <https://www.linkedin.com/company/tprcntsolutions?originalSubdomain=jp> (Available : April 30, 2024)
- [٩] https://unifiedsearch.jcdbizmatch.jp/nanotech2024/en/nanotech/search/?page=0&items=1&order=1&e=E_54- (Available : April 30, 2024)
- [١٠] <https://www.soracom.io/customers/consumer/suimin/> (Available : April 30, 2024)
- [١١] <https://www.oist.jp/> (Available : April 30, 2024)
- [١٢] <http://www.ecubemate.com> (Available : April 30, 2024)
- [١٣] <https://www.yoshidakikai.co.jp/index.php> (Available : April 30, 2024)
- [١٤] <https://www.zeon.co.jp/en/> (Available : April 30, 2024)
- [١٥] <https://www.qst.go.jp/site/qst-english/> (Available : April 30, 2024)
- [١٦] <https://qih.riken.jp/en/> (Available : April 30, 2024)
- [١٧] <https://www.jst.go.jp/EN/> (Available : April 30, 2024)

- [18] <https://shinshu-tlo.co.jp/> (Available : April 30, 2024)
- [19] <https://www.t-technoarch.co.jp/en/> (Available : April 30, 2024)
- [20] <https://sijtechnology.com/> (Available : April 30, 2024)
- [21] <https://www.mcip.hokudai.ac.jp/> (Available : April 30, 2024)
- [22] <https://www.shinshu-u.ac.jp/english/> (Available : April 30, 2024)
- [23] <https://www.rs.tus.ac.jp/watus/en/> (Available : April 30, 2024)
- [24] <https://www.stratec.com/home> (Available : April 30, 2024)
- [25] <https://silicon-austria-labs.com/> (Available : April 30, 2024)
- [26] <https://www.mcl.at/> (Available : April 30, 2024)
- [27] <https://www.gsi.co.jp/en/index.html> (Available : April 30, 2024)
- [28] <http://nisina-materials.com/> (Available : April 30, 2024)
- [29] <https://www.cfc-design.co.jp/pc/index.html> (Available : April 30, 2024)