

Wybór zastosowań mikrosondy jonowej

– **Odtwarzanie, monitorowanie i prognozowanie zmian klimatycznych** (na podstawie analiz izotopów tlenu $\delta^{18}\text{O}$), w dowolnej skali czasu geologicznego, w dawnych epokach oraz monitoring temperaturowy w czasach współczesnych (np. na podstawie analiz izotopowych rocznych przyrostów nacieków jaskiniowych). Analizy izotopów stabilnych pierwiastków lekkich, w tym tlenu $\delta^{18}\text{O}$ umożliwia mikrosonda jonowa typu SHRIMP. Zapis izotopowy pozwala na śledzenie zmian klimatycznych nie tylko w czasach historycznych, z których pochodzi świadomy rejestr. Pomiar izotopów tlenu $\delta^{18}\text{O}$ we wszelkich skamieniałościach węglanowych i apatytowych, w muszlowcach, skorupkach otwornic, otolitach ryb, w konodontach, dają proste i szybkie możliwości określania paleotemperatur środowiska oraz zbiornika sedymentacyjnego przy zachowaniu dużej precyzji i czułości pomiarów a w konsekwencji dają możliwości diagnozowania zmian klimatycznych.

Paleoklimatologia to także ogólna dziedzina wiedzy, która najlepiej pozwala zrozumieć i ocenić aktualnie zachodzące zmiany klimatyczne, przewidzieć tendencje i skalę (globalne, lokalne) skutki i przyczyny. Analizy izotopów tlenu $\delta^{18}\text{O}$ w węglanach i bioapatytach, w naturalnych biogenicznych fragmentach organizmów (płytki kostne, otolity ryb, zęby) czy osadów, pozwala w najbardziej precyzyjny i wiarygodny sposób śledzić i odtworzyć zmiany termiczne w środowisku naturalnym danego organizmu: naturalne czy antropogeniczne zmiany temperatury, a nawet zasolenia zbiorników.

Oznaczenie zawartości izotopów stabilnych (a zwłaszcza tlenu $\delta^{18}\text{O}$), służą rekonstrukcjom i prognozom zmian klimatycznych w szeroko rozumianej skali czasu geologicznego.

Badania paleoklimatyczne w połączeniu chronostratygrafią, dają obraz cykliczności zmian temperatury różnych środowisk w skali mikro i w konsekwencji skali globalnej. Jak to pokazały zestawienia metodyczne w 2008 (*Science* vol. 321, July 25, 2008, Trotter J. and Williams I.), rezultaty analiz $\delta^{18}\text{O}$ zrealizowane na mikrosondzie SHRIMP są znacznie bardziej realistyczne i pewne niż wcześniejsze szacunkowe analizy innymi metodami, szczególnie homogenizującymi próbki.

Tak precyzyjne narzędzie pozwoli na przeprowadzenia dalszych prac badawczych związanych z odkryciem śladów najstarszych płazów świata w Górach Świętokrzyskich (*Tetrapod trackways from the early Middle Devonian of Poland*”, Niedźwiedzki et al., 2010, *Nature*: 463, 43-48), uściślających warunki środowiskowe życia pierwszych istot czworonożnych, dzięki analizom $\delta^{18}\text{O}$ w konodontach rozpoznanych w tych samych osadach.

W czasach współczesnych monitoring temperaturowy jest realizowany nie na skamieniałościach biologicznych a na aktualnych przyrostach raf koralowych (Wielka Bariera

rafi koralowej -Australia oraz na naturalnych naciekach jaskiniowych (stalagmity i stalaktyty), gdzie podstawą obserwacji są sezonowe czy roczne przyrosty.

Obecność aparatury SHRIMP PIG-PIB i możliwość realizacji badań na najwyższym poziomie uzasadni w przyszłości przystąpienie Instytutu jako Państwowej Służby Geologicznej do międzynarodowego programu: wierceń oceanicznych Integrated Ocean Drilling Program (ODP.) i znaczącą pozycję naukową w europejskim konsorcjum badawczym European Consortium for Ocean Research Drilling (ECORD), w którym liderem jest Brytyjska Służba Geologiczna (BGS).

Wnioskowanie o poziomie CO₂ w dawnej atmosferze, na podstawie systematyki izotopowej węgla, na podstawie analiz izotopowych ze skamieniałości organizmów. Dokumentowanie różnic proporcji zawartości O₂ do CO₂ w atmosferze w minionych epokach geologicznych w połączeniu z badaniami geochronologicznymi, ma ogromną wagę przy ocenie współczesnych tendencji w emisji CO₂. Ponadto korelacja zmian klimatycznych z realnym, radiogenicznie udokumentowanym czasem trwania epoki czy interwału zlodowacenia, ma w chwili obecnej kluczowe znaczenie w dyskusji o globalnym ociepleniu i skutkach antropogenicznej emisji CO₂ do atmosfery.

Oddzielnym problemem do rozwiązania, do którego długofalowo niezbędne są analizy izotopowe jest rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂. Zagadnienia sekwestracyjne już są realizowane. Jednak ocena możliwości bezpiecznego składowania CO₂ w strukturach geologicznych w Polsce jest zadaniem nowatorskim, stąd otwartym problemem jest kontrola formacji skalnych - kolektorów z programem ich monitorowania i oddziaływania na środowisko naturalne. Powierzchniowe analizy izotopowe w stanie stałym, dokumentujące procesy dyfuzji i zmiany systemu izotopowego próbki to kolejna z aplikacyjnych możliwości mikrosondy jonowej. Geologiczna sekwestracja CO₂ pochodzących ze spalania paliw kopalnych w instalacjach przemysłowych, oznacza bezpieczne składowanie (emisji CO₂) w głębokich formacjach i strukturach geologicznych docelowo na setki i tysiące lat. Proces ten obejmuje wychwytywanie CO₂ ze strumienia spalin, transport i zatłaczanie do wytypowanego składowiska. Geologiczne przechowalnie już działają. Stosuje się je od dziesiątków lat do wspomagania wydobycia ropy (EOR - *enhanced oil recovery*), przodują tutaj Stany Zjednoczone. Aktualnie na największą skalę technologię EOR stosuje się na złożu na pograniczu Kanady i USA (Wyburz), gdzie od roku 2000 zatłoczono ponad 20 mln ton CO₂, (otrzymując dzięki temu dodatkowe miliony ton ropy). Podobne prace rozpoczęto w ostatnich miesiącach na złożu gazu Snohvit na Morzu Barentsa, zaś na złożu In Salah w Algierii (w głębi lądu) zatłacza się dwutlenek węgla do poziomu wodonośnego solankowego zalegającego poniżej poziomu

gazonośnego. Geologiczna sekwestracja nie byłaby możliwa bez właściwego rozpoznania wybranych struktur geologicznych, pod względem przydatności do składowania. Przedmiotem szczegółowych analiz będą opcje geologicznego składowania CO₂ w złożach węglowodorów (z możliwością wspomagania wydobycia) i głębokich, nieeksploatowanych pokładów węgla z odzyskiem metanu. Dla każdej z tych opcji zostanie wytypowany jeden obiekt, które następnie powinien zostać przebadany pod kątem wykonalności geologicznego składowania CO₂ oraz jego bezpieczeństwa i wpływu na środowisko. W pierwszej kolejności na skały otoczenia. Monitoring i analizy dyfuzji w stanie stałym, charakterystyka izotopowa na skały otoczenia będą możliwe do realizacji dzięki tak czułym detektorom jak te w mikrosondzie jonowej, która w nawet w mikro- i nanoskali oceni nieznany jeszcze wpływ CO₂ na środowisko.

Wielo-izotopowe analizy genetyczne - tlenu $\delta^{18}\text{O}$, siarki $\delta^{34}\text{S}$ (oraz Lu, Hf, Sm-Nd itd.) są najbardziej wiarygodnym wskaźnikiem **genezy złóż oraz skali wszelkiej mineralizacji złożowej**. Rutynowo wykorzystywana jest metoda kontroli izotopów siarki a szczególnie $\delta^{34}\text{S}$ w tlenkach żelaza i siarczku miedzi cynku i srebra Cu-Zn-Ag.

Sygnatura izotopowa diagnozująca mineralizację kruszczową i nie tylko (np. diamenty), ma wiodące znaczenie w geologii gospodarczej, złożowej i poszukiwawczej i jest skutecznie stosowana przez służby geologiczne USA, Australii, Kanady (kraje i służby geologiczne posługujące się mikrosondą jonową SHRIMP). Złoża zdiagnozowane dzięki precyzyjnej i efektywnej analityce na urządzeniu typu SHRIMP stanowią podstawowe światowe zasoby złóż miedzi, cynku, ołowiu i srebra, platynowców. W przypadku mineralizacji miedzio- i złotonośnej, istotnej dla polskiej geologii, skład izotopowy siarki w ogromnych ciałach rudnych złóż siarczków (rud metali głównych), dobrze rejestruje pochodzenie mineralizacji. Znając źródło siarki dla każdego złoża rud metali można opracować strategię do poszukiwań nowych i najlepszych złóż rud metali oraz realistycznie ocenić jakość i perspektywiczność posiadanych złóż wspomnianych surowców.

Izotopy siarki oraz tlenu: $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$, a także innych pierwiastków Lu, Hf, Sm-Nd itd., przynosząc informacje o procesach genetycznych (izotopowy „kod DNA”) na poziomie skały, wielokrotnie były wykorzystywane do rozstrzygnięcia problemów genezy złóż, które występują w różnych warunkach geologicznych. W przypadku miedzi największe znaczenie mają: złoża porfirowe, następnie złoża osadowe (tzw. stratoidalne) i złoża ekshalacyjno-osadowe (masywnych pirytów). Pozostałe, złoża magmowe różnych typów, mają mniejsze znaczenie zasobowe. Stąd wiedza o cechach genetycznych stanowi kluczową informację w geologii gospodarczej, złożowej i poszukiwawczej.

Wszechstronność mikrosondy jonowej typu SHRIMP w dziedzinie złożowej została potwierdzona i udokumentowana przy okazji pomiarów izotopowego składu siarki w skali

mikro w minerałach siarczkowych, które tworzą rudy metali. Informacja o źródłach siarki dla każdego złoża rud metali dała nowe spojrzenie na pochodzenie złóż i przyczynia się do opracowania strategii eksploatacji i poszukiwań najlepszych złóż rud metali. Podobnie skutecznym narzędziem okazała się mikrosonda przy rozpoznaniu i poszukiwaniach bardzo znaczących ekonomicznie złóż diamentów a nawet powierzchniowych złóż opali szlachetnych.

Badania wieku skał i wieku procesów geologicznych – najbardziej klasyczny i do niedawna najszerzy obszar zastosowania mikrosondy jonowej SHRIMP, która w ten sposób przyczyniła się do rozwoju geochronologii U–Pb –Th, o najwyższej precyzji, bez ograniczeń co do typu skał na Ziemi a nawet materii kosmicznej. Geochronologia U–Pb–Th SHRIMP jest realizowana *in situ* w oparciu o nano- ilości próbki (2–5 ng), co pozwala na datowanie różnych genetycznie i wiekowo mikrostref. Układ stosunków izotopowych U–Th–Pb niemal bez limitu zakresu wieku, pozwala na precyzyjne wyniki w zakresie od miliardów (U–Pb) do setek tysięcy (Th–U) lat. W ostatnich 20 latach mikrosonda **SHRIMP** i jej możliwości badawcze błyskawicznie rozwinęły geologię i nauki o Ziemi, wprowadzając nowoczesną geochronologię i pojęcie skali czasu w geologii, dokumentując w nano- skali heterogeniczną naturę skał i wieloetapowość procesów geologicznych.

Wysoko rozdzielcza mikrosonda jonowa **SHRIMP** umożliwiła realizację szeregu prac badawczych, dotyczących wieku skał i w praktyce zrewolucjonizowała pojęcie czasu w geologii. Spektakularne wyniki analiz na trwałe zagościły w kanonie światowych odkryć naukowych. Były nimi między innymi:

- (1) rozpoznanie najstarszych skały na Ziemi 4,03 mld lat i 4,35 mld (*Nature*, 2001 vol. 409), (2) analizy U-Pb próbek księżycowych z misji Apollo i określenie wieku skał na Księżycu 4,37 mld lat, wieku kataklizmu księżycowego 3,9 mld lat. W konsekwencji, dzięki SHRIMP stale realizowane są badania genetyczne materii kosmicznej – meteoryty, pył kosmiczny (*stellar nucleosynthesis*); (3) wykonanie analiz wieku także w najbliższej skali czasu, w tym wieku szczątków hominidów (człowiek neandertalski) czy prace badawcze związane z ochroną raf koralowych (wiek i skala zmian rafy)
- (4) weryfikacja i urealnienie pojęcia skali czasu w geologii, przez udokumentowanie szerszego, globalnego zasięgu wielu zjawisk i procesów geologicznych i aspektów cykliczności i ewolucji notowanych na Ziemi; (5) otworenie drogi do współpracy i zintegrowanych badań szeregu dziedzin: od geochronologii, paleontologii, do biologii molekularnej, w celu określenia ścieżek i stopnia ewolucji, (6) określenia przyczyn wymierania *versus* ekspansji gatunków i odróżnienia zewnętrznych, katastroficznych

przyczyn od wewnętrznych mechanizmów, oraz pełnego zrozumienia np. (7) skali i tempa zjawisk na Ziemi i w Układzie Słonecznym.

Aspekt geochronologiczny będzie bez wątpienia równie częstym zastosowaniem mikrosondy jonowej w nowym laboratorium zaawansowanej mikroanalizy izotopowej.

Przeprowadzone będą datowania U-Th-Pb różnych typów skał (przy użyciu głównie cyrkonów a także innych geochrometrów w zależności od kontekstu geologicznego), w tym analizy materiału detrytycznego w osadach, w ramach uzupełniania luk oraz weryfikacji dotychczasowego stanu wiedzy na temat budowy geologicznej Polski. Badania wpłyną na podniesienie ogólnego poziomu rozpoznania skomplikowanej budowy geologicznej kraju, wyjątkowo zróżnicowanej i złożonej, podzielonej na trzy odrębne różnowiekowe segmenty (platforma prekambryjska, paleozoiczna i orogen alpejski). Wyniki zostaną natychmiast uwzględniane w dyskutowanej nowej edycji Geologicznej Mapy Polski (Komitet Nauk Geologicznych PAN- program Regionalizacja Tektoniczna Polski); w aneksie do nowej Tablicy Stratygraficznej, w stale aktualizowanej bazie danych.

Rezultaty oznaczeń wieku skał wykonane najbardziej pewną metodą powinny być popularyzowane w możliwie szeroki sposób, poczynając od szczebla akademickiego aż do podręczników i materiałów dydaktycznych dla szkół włącznie, tak aby zlikwidować istniejący często dysonans pomiędzy poziomem prowadzonych badań a poziomem przekazywanej wiedzy. Upowszechnianie konkretnego zasobu informacji, który jest materialnym wyrazem działalności geologów, stanowi praktyczny aspekt geologii. Wyrażać się może przez konsekwentne dostarczanie i uzupełnianie wiedzy geologicznej (np. naukowe dane popularyzowane w GEOParkach). Wiedza na temat znaczenia nauk geologicznych jest ciągle jeszcze w społeczeństwie dalece niewystarczająca.

Kartografia geologiczna realizowana w PIG-PIB. Uaktualnienie stratygrafii w oparciu o nowe datowania U-Pb, wydzieleni i formacji prowadzi do uwiarygodnienia i uzupełnienia informacji o wgłębnej budowie geologicznej kraju. Zweryfikowane (potwierdzone i nowocześnie udokumentowane) wydzielenia litostratygraficzne stanowią jednocześnie bazę dla wszystkich późniejszych specjalistycznych opracowań: surowcowych, geochemicznych, środowiskowych, geologiczno – turystycznych, hydrogeologicznych, inżynierskich itp. Właśnie tego czynnika brakuje w szeregu opracowaniach geologicznych i materiałach archiwalnych (np. uzupełnienie o precyzyjne datowania, zasięg wydzieleni i formacji jest jednym z niezbędnych czynników przy określaniu perspektywiczności złóż gazu łupkowego). Łatwy dostęp do precyzyjnej analityki izotopowej i możliwość wykonania uzupełniających (i/lub weryfikujących) datowań przełoży się na jakość informacji geologicznej, w tym tej ogólnie- dostępnej jak w przypadku kontynuowanych edycji map. Będzie widoczna także w dążeniu do wykonywania coraz bardziej szczegółowych opracowań kartograficznych.

Ważnym aspektem jest objęcie pracami kartograficznymi na podobnym poziomie merytorycznym obszarów przygranicznych i współpraca i wymiana informacji z ośrodkami zagranicznymi, które niekiedy dysponują bardzo słabym stopniem rozpoznania litostratygraficznego (Białoruś i Ukraina), zwłaszcza w obrębie struktur geologicznych występujących na obszarze obydwu krajów. Najbardziej pilne są działania, które spowodują usunięcie luki transgranicznej, dramatycznie widocznej na mapach geologicznych obu państw. Prace te planuje się wykonywać pod auspicjami Programu UE Partnerstwo dla Wschodu. Datowania skał obszaru Ukrainy, pokrytej w większości skałami krystalicznymi o słabo rozpoznanym wieku, petrogenecie, w tym z wykorzystaniem izotopów stabilnych, to jedno z wielu planowanych zadań.

Kalibracja wiekowa danych paleomagnetycznych dla potrzeb rekonstrukcji paleogeograficznych i korelacji magnetostratyficznych. Rekonstrukcje paleogeograficzne stanowią najbardziej obrazową syntezę stanu wiedzy o ewolucji naszej planety (w postaci map paleopozycji kontynentów i płyt), wskazując także na przewidywanie zjawisk w skali globalnej. Podobnie jak do kalibracji tablicy stratygraficznej tu także niezbędna jest precyzyjna geochronologia, a w tym wypadku najlepszym i niezastąpionym precyzyjnym instrumentem stała się mikrosonda jonowa SHRIMP. Geofizyczne badania paleomagnetyczne (namagnesowania szczątkowego skał) nabierają właściwego sensu dopiero po precyzyjnym umiejscowieniu w skali czasu. Nie ma aktualnie bardziej uniwersalnej, precyzyjnej i wiarygodnej metody określania wieku geologicznego każdego typu skał i dowolnego zjawiska czy procesu geologicznego niż poprzez system izotopowy U–Pb–Th (załącznik 1), przy bardzo bogatej kolekcji geochronometrów (cyrkon, monacyt, tytanit, baddelejt, allanit, rutyl, sfaleryt, apatyt), który najskuteczniej realizowane mikrosondą jonową.

Astrofizyczne badania genetyczne materii kosmicznej realizowane przy pomocy mikrosondy jonowej SHRIMP, także w oparciu izotopy tlenu $\delta^{18}\text{O}$. Analityka na mikrosondzie SHRIMP jest jedyną aparaturową dla tego typu materiału, gdzie tak istotne są niewielkie (cenne i niepowtarzalne) rozmiary próbek. Mikrosonda jonowa SHRIMP umożliwia szeroką diagnostykę izotopową materii kosmicznej i meteorytów w celu określenia nukleosyntezy we wczesnej fazie ewolucji wszechświata.

Analityka na mikrosondzie jonowej wykorzystana została ze spektakularnymi efektami przy badaniach pyłu z komety Wild2, misja NASA Stardust, materii z Marsa, meteorytów. Wyniki analiz także innych izotopów (Ti, Mg, Cr, U–Pb–Th) służą do odtworzenia warunków różnych faz ewolucji naszego układu planetarnego. Dzięki datowaniom próbek materii kosmicznej udokumentowano np. wiek 4,56 mld lat meteorytu Vaco Merta, Simmern. księżycowych

próbek z misji Apollo: wiek bazaltów granitów, anortozytów, a także brekcji –regolit: (skały maficzne 4,37 mld lat, granodioryty 4,32 mld lat, kataklizm księżycowy 3,9 mld lat).

W programie prac badawczych dla PIG–PIB znajduje się zadanie genetycznej multj - izotopowej analizy materii kosmicznej z kolekcji meteorytów z Muzeum Geologicznego PIG–PIB, w tym z jednego z najsłynniejszych w ostatnich latach meteorytu „Baszkówka”, który spadł w okolicach Warszawy 25 sierpnia 1994 roku. Dość ogólne badania chemiczne i mineralogiczne pozwoliły już na sklasyfikowanie go jako chondrytu zwyczajnego. Do tej pory wykonano oznaczenia izotopowe wieku zastępczą i mało istotną w tym wypadku metodą K–Ar (wiek na 3,8 mld lat, Hałas, Wójtowicz 2001,) oraz analizy izotopów tlenu (Maruyama et al., 2001). Technologia mikrosondy jonowej SHRIMP rozpoczęła swój dynamiczny rozwój dzięki badaniom próbek księżycowych z misji Apollo. Dlatego zostały opracowane dość skuteczne procedury analizowania materii kosmicznej. W próbce meteorytu z Baszkówki zostaną wykonane badania izotopów w systemie Mn–Cr czyli stosunków $^{53}\text{Mn}/^{55}\text{Mn}$, $^{57}\text{Cr}/^{52}\text{Cr}$, $^{55}\text{Mn}/^{52}\text{Mn}$, wraz z izotopami Ti, co pozwoli na pełne opracowanie zagadnień genetycznych tak znanego meteorytu i porównanie z wynikami innych badań materii kosmicznej.

Termochronologiczne badania akcesoryczne to zastosowanie analityki mikrosondy jonowej, łączące izotopową termometrię z izotopową chronologią o przynosząca bezpośrednią informację o temperaturach krystalizacji materiału i procesów geologicznych a także prosty wgląd w warunki formowania się pierwotnej archaicznej litosfery (np. termometr tytanowy na cyrkonach) czy materii kosmicznej także w oparciu izotopy tlenu $\delta^{18}\text{O}$. Metoda jako uzupełniająca jest już rutynowo stosowana w pracach badawczych z różnych dziedzin, od badań podstawowych do surowcowo złożowych. Została wykorzystana ze spektakularnymi efektami przy badaniach pyłu z komety Wild2, misja NASA Stardust, materii z Marsa, meteorytów oraz procesów krystalizacji minerałów masywów magmowych i kompleksów metamorficznych.

Obrazowanie zawartości i rozkładu izotopów pierwiastków w ilościach śladowych w bardzo drobnej skali, jak to ma miejsce w profilowaniu przy dużych powiększeniach przy wysokiej rozdzielczości przestrzennej. Tego typu diagnostyczne analizy wszystkich zawartości pierwiastkowych najwyższej precyzji oraz mas izotopów z czułością detekcji poniżej części milionowych (ppm) osiagającą poziom zawartości ppb dla najmniejszych możliwych materiałów (próbki stałe) i powierzchni, które nawet mogą być tonalne pod względem składu, są szczególnie istotne dla wielu dziedzin np. **inżynierii materiałowej i**

procesowej jak chociażby przy rejestracji procesów dyfuzji w stanie stałym. Głębokość wnikania wiązki jonów w powierzchnię, jest na poziomie części mikronów i pozwala na powtarzalność pomiarów.

Mikrosonda jonowa typu SHRIMP jest wyjątkowym instrumentem zdolnym do równoczesnego zobrazowania zawartości i rozkładu izotopów pierwiastków w ilościach śladowych w bardzo drobnej skali.

Ekspertyzy izotopowe dla celów ochrony środowiska.

Mikrosonda jonowa znajduje szerokie zastosowanie przy prowadzeniu badań dla potrzeb ochrony środowiska, w szczególności: przy najbardziej precyzyjnej *in situ* analizie chemicznej i izotopowej w mikroobszarze, służąca do identyfikacji faz mineralnych np. odpadów poflotacyjnych, osadów w rurach kanalizacyjnych, badaniach azbestów w glebach, badaniach składu chemicznego pyłów, badaniach migracji pierwiastków, rekonstrukcji sekwencji krystalizacji minerałów w osadach, wykonywaniu map rozkładu pierwiastków. Mikrosonda jonowa SHRIMP analizuje wszystkie próbki w stanie stałym, stąd pojawia się możliwość objęcia analityką izotopową także pyłów, zanieczyszczenia, gleby oraz wcześniej wymienionych pyłów radioaktywnych w dowolnej frakcji (analiza punktowa vs powierzchniowa), z możliwością równoczesnego mappingu, kilku izotopów pierwiastków (multikolektor). Analizy drobniejszych frakcji ciał stałych materiałów naturalnych i antropogenicznych mogą być podstawą do przeprowadzanie ekspertyz izotopowych i niezwykle precyzyjnych geochemicznych (poziom ppb) w celu opiniowania stanu zanieczyszczeń, monitoringu geochemicznego. Analityka w stanie stałym bez roztwarzania (rozpuszczania) w odniesieniu do mikroprobek bywa także realizowana metodą laserowej ablacji (La-ICP-MS), jednak w przypadku profili głębokościowych i map rozkładu powierzchniowego próbek, głębokość detekcji jest zbyt duża i homogenizująca część informacji (załącznik 1). Wysoką czułością detekcji wszystkich pierwiastków układu okresowego i dokładnością do zawartości śladowych (ppm/ppb) i ich izotopów SHRIMP przewyższa każde ze znanych urządzeń.

Wyniki analiz będą wykorzystane w kartografii geochemicznej naszego kraju. Posłużą do oceny rodzaju substancji chemicznych na poziomie izotopowym (szkodliwe izotopy: detekcja nie do wykonania innymi metodami analitycznymi) występujących w glebach na obszarach o zdegradowanym środowisku, interpretacji anomalii geofizycznych w glebach i osadach, o źródle pochodzącym od zanieczyszczeń metalami ciężkimi.

Badania izotopowe materiału biologicznego współczesnego oraz z minionych epok geologicznych. Jest to zastosowanie łączące ze sobą kilka dziedzin: zoologię, archeologię i paleontologię, wykorzystujące wszystkie biogeniczne minerały a szczególnie zębów ssaków, w tym hominidów. Analizy stosunków izotopowych najczęściej tlenu stanowią bardzo czuły zapis zmian w diecie i rozważań o ewolucji gatunków. W przypadku analiz materiału biogenicznego z organizmów morskich, w prosty sposób dokumentują zmiany w warunkach środowiskowych, w tym zasolenie zbiornika wodnego.

Bezpieczne analizowanie izotopów radiogenicznych (precyzyjne ekspertyzy izotopowe mas w zakresie 234, 235, 236, 238, 239, 240) na podstawie nano-objętości gwarantujących przez to bezpieczeństwo przy badaniach nuklidów radioaktywnych. Taką analitykę umożliwia jedynie urządzenie klasy SHRIMP o wysokiej czułości detekcji i rozdzielczości pomiarów izotopowych. Praktyka analizowania próbek paliwa nuklearnego w stanie stałym przy pomocy mikrosondy SHRIMP, została przetestowana w Korei południowej w nowym ośrodku w Ochang, Korea Basic Science Institute. Odpowiednio skonfigurowany multikolektor mikrosondy jonowej SHRIMP umożliwił w tym wypadku równoczesne analizy izotopowe materiałów rozszczepialnych U-Pu, w zakresie mas 234, 235, 236, 238, 239, 240 (pluton Pu-^{239} , Pu-^{238} uran- U-^{233} , uran wzbogacony w izotopy uranu-233 U-^{233} lub uranu-235 U-^{235}), czy materiałów wyjściowych, którymi są: uran naturalny (zawiera około 99.28% uranu-238, 0.72% uranu-235 oraz śladową ilość uranu-234), uran zubożony (zawartość uranu-235 jest niższa niż w uranie naturalnym, czyli wynosi mniej niż 0.72 %) i tor -232, uran wzbogacony (w izotopy 235 lub 233 w ilości większej niż w uranie występującym w naturze).

Korea Południowa, obok Japonii, USA i Francji jest jednym z krajów, z którego doświadczeń w dziedzinie energetyki jądrowej Polska zamierza korzystać. W sierpniu (13.08.2010) zostało podpisane memorandum o współpracy Polski z Koreą Południową w dziedzinie pokojowego wykorzystania energii jądrowej. Wcześniej resort gospodarki przyjął podstawowy dokument: projekt interdyscyplinarnego programu polskiej energetyki jądrowej PGE, z zaktualizowanym harmonogramem jego realizacji, co oznacza rozpoczęcie regulacyjnego i instytucjonalnego przygotowania do budowy energetycznych obiektów jądrowych w Polsce, zapobiegających możliwemu w niedalekiej przyszłości deficytowi energii.