

## Résumé de thèse Yuichi Okugawa

### **"Analyse des données d'un test en faisceau avec un prototype technologique d'un calorimètre hautement granulaire et étude de la production de quarks légers dans un futur collisionneur linéaire"**

L'un des objectifs en physique envisagé dans les futurs collisionneurs linéaires, en particulier à l'International Linear Collider (ILC), est la mesure précise des couplages électrofaibles entre la paire  $Z/\gamma$  et le fermion. Les couplages dépendent de la hélicité des fermions. C'est pourquoi cette analyse profite fortement de la polarisation des faisceaux d'électrons et de positrons. Une manière d'extraire ces couplages est de mesurer la section efficace différentielle en fonction de l'angle polaire du fermion. À partir de cela, l'asymétrie avant-arrière peut être dérivée. Cette observable est définie comme la différence entre la section efficace dans les hémisphères avant et arrière par rapport à l'angle polaire du fermion diffusé, divisée par la section efficace totale. Auparavant, la production de paires de saveurs lourdes ( $t$ ,  $b$ ,  $c$ ) a été étudiée. Cette analyse étend cette étude à la production de paires de quarks légers ( $u$ ,  $d$ ,  $s$ ) à l'ILC avec une énergie dans le centre de masse de 250 GeV, en utilisant la simulation complète du détecteur du concept de l'International Large Detector (ILD). Au cours des années précédentes, nous avons élaboré des résultats largement reconnus pour les quarks lourds ( $t$  et  $b$ ). L'extension aux quarks plus légers ( $u$ ,  $d$  et  $s$ ) complète parfaitement ce programme de recherche. Contrairement à l'analyse de la production de paires de quarks lourds, il n'est pas possible d'extraire le processus dur original en utilisant l'information de charge des vertex, comme cela était le cas pour les jets  $t$ ,  $b$  et  $c$ . Dans le contexte des jets de quarks légers, nous sélectionnons l'objet de flux de particules chargées (PFO) le plus dur dans un jet, qui est censé être l'empreinte du processus dur. Pour ce faire, une méthode précise d'identification des particules est requise, qui est réalisée en utilisant les informations de  $dE/dx$  fournies par la chambre de projection temporelle (TPC) de l'ILD. Les résultats obtenus mettront en évidence le potentiel de découverte des collisionneurs linéaires en mesurant un schéma de déviations par rapport au Modèle Standard de la physique des particules.

La deuxième partie de cette thèse concerne l'analyse des données enregistrées avec le prototype du calorimètre électromagnétique. Les calorimètres hautement granulaires font partie de tous les concepts de détecteurs des projets actuels et futurs de physique des particules, en particulier pour ceux des futurs collisionneurs  $e+e$ . À l'IJCLab, nous travaillons intensément sur la recherche et développement d'un calorimètre électromagnétique utilisant le silicium comme composant actif et le tungstène comme matériau absorbeur. Depuis la fin de 2021, trois expériences de faisceau de test individuelles ont été menées pour évaluer les performances de ces prototypes. Les deux premières expériences ont eu lieu à DESY, utilisant des faisceaux d'électrons de 1 à 5 GeV, tandis que la troisième a eu lieu au SPS du CERN, où nous avons accès à trois types de faisceaux différents (électron, muon, pion) avec des énergies variant de 10 à 200 GeV. Lors de ces trois expériences, nous avons pu combiner 15 couches de prototypes SiWECAL, ce qui donne un nombre de cellules calorimétriques en fonctionnement de plus de 15 000. Avec cette quantité de cellules, une mise en service minutieuse et un contrôle du détecteur étaient nécessaires. L'analyse des résultats nécessite une construction d'événements, qui relie toutes les détections enregistrées dans le détecteur avec le même Bunch-Crossing-ID

ou un ID de croisement de paquets proche. Une fois la reconstruction des événements effectuée, des sélections d'événements sont appliquées pour purifier les échantillons de données. L'affichage des événements a été développé pour vérifier les formes du profil de gerbe. Le résultat final de cette thèse compare les données aux simulations GEANT4, qui reflètent le même environnement lors du faisceau de test.

*(for general public)*

À l'International Linear Collider (ILC), les chercheurs visent des mesures de précision du boson de Higgs et du couplage électrofaible entre les particules. Ils y parviennent en ajustant la polarisation des faisceaux pour augmenter la production de paires et en calculant les couplages à l'aide de sections efficaces différentielles. Alors que les quarks lourds ont été étudiés, cette analyse explore les quarks plus légers (u, d, s) à l'ILC, nécessitant une identification précise des particules. La deuxième partie de la thèse se concentre sur un prototype de calorimètre électromagnétique avec silicium et tungstène. Trois expériences de faisceau à DESY et au CERN SPS ont évalué le prototype. Avec plus de 15 000 cellules opérationnelles, une mise en service minutieuse était nécessaire. L'analyse finale a comparé les résultats expérimentaux aux simulations GEANT4.